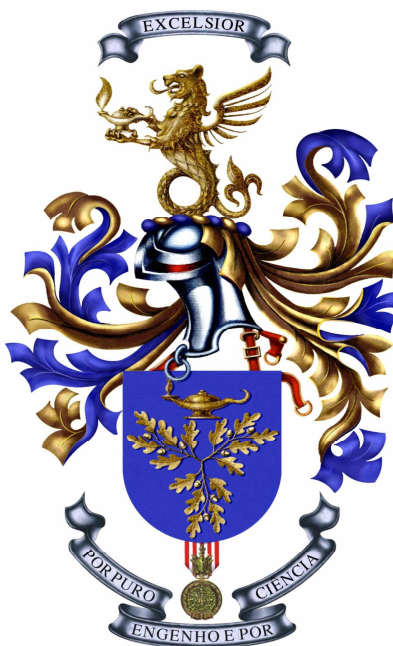


INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA
2019/2020, 1.ª Edição



TII

**IMPLEMENTAÇÃO DE MODELOS DE INFORMAÇÃO DO EDIFICADO
NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DOS EDIFÍCIOS DA FORÇA AÉREA**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL
REPUBLICANA.**

Nuno Feliciano da Silva Garcez
CAP/ENGAED



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

IMPLEMENTAÇÃO DE MODELOS DE INFORMAÇÃO
DO EDIFICADO NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DOS
EDIFÍCIOS DA FORÇA AÉREA

CAP/ENGAED Nuno Feliciano da Silva Garcez

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2019/2020, 1.^a Edição

Pedrouços 2020



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

IMPLEMENTAÇÃO DE MODELOS DE INFORMAÇÃO
DO EDIFICADO NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DOS
EDIFÍCIOS DA FORÇA AÉREA

CAP/ENGAED Nuno Feliciano da Silva Garcez

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2019/2020, 1.^a Edição

Orientador: MAJ/ENGAED Rui João Santos Campos e Ramos

Coorientador: MAJ/ENGAED Luís Filipe de Jesus Fernandes

Pedrouços 2020



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, **Nuno Feliciano da Silva Garcez**, declaro por minha honra que o documento intitulado **Implementação de Modelos de Informação do Edificado na Gestão da Manutenção dos Edifícios da Força Aérea** corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do **Curso de Promoção a Oficial Superior – Força Aérea 2019/2020, 1ª Edição**, no Instituto Universitário Militar e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas.

Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, **31 de janeiro de 2020**

Nuno Feliciano da Silva Garcez
CAP/ENGAED



Agradecimentos

A concretização deste trabalho de investigação individual apenas foi possível com o contributo e o apoio, de forma direta ou indireta, de um conjunto de pessoas às quais quero manifestar o meu sincero e justo agradecimento.

Deste modo, em primeiro lugar, quero agradecer ao meu orientador científico, o MAJ/ENGAED Rui Ramos que, apesar da sobrecarga profissional, na Direção de Infraestruturas, sempre demonstrou total disponibilidade no acompanhamento do meu trabalho, mesmo para além das horas normais de serviço, realçando ainda o rigor exigido, as linhas orientadoras transmitidas e as referências bibliográficas fornecidas.

Ao MAJ/ENGAED Luís Fernandes, meu coorientador, agradeço a disponibilidade prestada desde o primeiro momento, para reunir e discutir o trabalho, pelas orientações metodológicas e pela forma direta e clara como expôs as suas considerações.

Ao diretor de curso TCOR Carvalho Cosme, agradeço a preocupação e o cuidado demonstrados no progresso e rumo do trabalho e ao TCOR Santos Loureiro agradeço os ensinamentos em matéria de metodologia de investigação científica.

A todos os entrevistados civis, agradeço a pronta disponibilidade para colaborar nesta investigação, acedendo com entusiasmo, aos pedidos de entrevista, nomeadamente ao Prof. Dr. Miguel Azenha (Universidade do Minho), Prof.^a Dr.^a Alcínia Sampaio (Instituto Superior Técnico), Prof. Dr. João Martins (Universidade do Porto), Arq. José Ribeiro (Mota-Engil), Arq. Décio Ferreira (Foster + Partners *Architectural Design and Engineering*), Eng.^a Marine Dissler (ANA Aeroportos) e Eng. Ricardo Carvalho (Quadrante - Engenharia e Consultoria).

A todos os entrevistados militares, agradeço igualmente a forma interessada e pronta com que se disponibilizaram para responder às entrevistas e, ainda, o apoio na investigação. Ao MGEN/ENGAED Joaquim Veloso, BGEN/ENGEL Armando Barros, COR/ENGAED António Marcos, COR/TMI Adelino Alves, COR/TMI Emídio Mendes, TCOR/ENGAED Rui Mendes, MAJ/ENGAED João Cardoso, MAJ/ENGAED Emanuel Dias e CAP/ENGAED Carlos Ruivo, o meu sincero agradecimento pela partilha do conhecimento e das visões complementares que muito enriqueceram este trabalho e a mim próprio.

É com enorme gratidão que relevo os meus pais, irmão e restante família e amigos, pelo apoio incondicional e compreensão nas minhas ausências.

Por último, agradeço, profundamente, à Ana e à Mariana, por terem estado ao meu lado, em todos os momentos deste percurso, pela força que me deram para continuar e pelo equilíbrio que nelas consegui encontrar.



Índice

1. Introdução	1
2. Enquadramento teórico e concetual	4
2.1. Estado da arte e revisão da literatura	4
2.1.1. Gestão da manutenção de edifícios	4
2.1.2. <i>Building Information Modeling</i>	7
2.2. Modelo de análise	13
3. Metodologia e Método	14
3.1. Metodologia	14
3.2. Método	15
3.2.1. Participantes	15
3.2.2. Procedimento	15
3.2.3. Instrumentos de recolha de dados	15
4. Apresentação dos dados e discussão dos resultados	16
4.1. A metodologia BIM na GM dos edifícios da FA	16
4.1.1. Síntese conclusiva e resposta à PD1	20
4.2. Proposta de implementação da metodologia BIM	21
4.2.1. Síntese conclusiva e resposta à PD2	29
4.3. A metodologia BIM no apoio à GM dos edifícios da FA e resposta à PP	29
5. Conclusões	31
6. Referências Bibliográficas	37



Índice de Apêndices

Apêndice A - Dimensões BIM do 3D ao 7D.....	Apd A-1
Apêndice B - Níveis de maturidade BIM.....	Apd B-1
Apêndice C - <i>Level of development</i> (LOD).....	Apd C-1
Apêndice D - <i>Level of definition</i>	Apd D-1
Apêndice E - Implementação internacional de BIM.....	Apd E-1
Apêndice F - Modelo de análise.....	Apd F-1
Apêndice G - Entrevistas a especialistas em BIM.....	Apd G-1
Apêndice H - Entrevistas a militares da FA.....	Apd H-1
Apêndice I - Custos do projeto-piloto para implementação de BIM na elaboração e gestão de projetos da DI.....	Apd I-1
Apêndice J - Instrumentos e sistemas de informação.....	Apd J-1
Apêndice K - Glossário.....	Apd K-1

Índice de Figuras

Figura 1 - Custos de um edifício ao longo do CDV.....	5
Figura 2 - Degradação esquemática dos grupos de propriedades.....	6
Figura 3 - Modelo BIM de um edifício	7
Figura 4 - Cronologia das metodologias de representação gráfica.....	8
Figura 5 - BIM no CDV de um edifício	9
Figura 6 - Dimensões e aplicações BIM do 3D ao 7D	9
Figura 7 - Comparação dos processos 2D e IFC/BIM	10
Figura 8 - <i>Softwares</i> BIM para operação e manutenção.....	12
Figura 9 - Instrumentos da GM dos edifícios da FA	17
Figura 10 - Curva de aprendizagem da implementação BIM.....	23
Figura 11 - Integração organizacional da metodologia BIM para GM	25
Figura 12 - Proposta de implementação na estrutura da FA	26
Figura 13 - Proposta de implementação na estrutura da DI	27
Figura 14 - Fluxograma de comunicação entre a DI e as U/E/O.....	28
Figura 15 - Níveis de maturidade BIM	Apd B-1
Figura 16 - Implementação internacional de BIM.....	Apd E-1



Índice de Quadros

Quadro 1 - Ficha de registo de anomalias.....	20
Quadro 2 - <i>Level of development</i> (LOD).....	Apd C-1
Quadro 3 - <i>Level of definition</i>	Apd D-1
Quadro 4 - Modelo de análise.....	Apd F-1
Quadro 5 - Lista de especialistas em BIM.....	Apd G-1
Quadro 6 - Guião de entrevista para especialistas em BIM.....	Apd G-2
Quadro 7 - Lista de militares da FA.....	Apd H-1
Quadro 8 - Guião de entrevista para militares da FA.....	Apd H-2
Quadro 9 - Custos de implementação do projeto-piloto.....	Apd I-1



Resumo

A Força Aérea é parte integrante do Sistema de Forças Nacionais e, no cumprimento da missão atribuída, é responsável pela construção, operação, gestão, manutenção e conservação de um vasto património imobiliário, constituído por 2.980 edifícios.

O envelhecimento dos edifícios é inevitável, fruto da perda de desempenho dos materiais e componentes, pelo que é fundamental a existência de uma gestão da manutenção para, de forma eficiente, evitar a degradação precoce do património.

Neste âmbito, verificou-se que, na Força Aérea, a implementação das atividades de gestão se traduzem em ações de manutenção inopinadas e corretivas, baseadas em tomadas de decisão não integradas.

Face ao problema exposto, o objetivo deste estudo consistiu em avaliar a viabilidade de implementação da metodologia *Building Information Modeling* na gestão da manutenção dos edifícios, através de uma investigação baseada num raciocínio indutivo, utilizando uma estratégia do tipo qualitativa e o estudo de caso como desenho de pesquisa.

Os resultados obtidos decorrem da revisão de literatura e da realização de 16 entrevistas semiestruturadas, tendo permitido concluir que a adoção desta metodologia se adequa à gestão da manutenção dos edifícios da Força Aérea e, ainda, criar uma proposta de implementação neste ramo das Forças Armadas.

Palavras-chave

Manutenção, gestão da manutenção, *Building Information Modeling*, edifícios.



Abstract

The Air Force is an integral part of the national force system and, in fulfilling the assigned mission, is responsible for the construction, operation, management, maintenance and conservation of a vast real estate heritage, consisting of 2,980 buildings.

The aging of buildings is inevitable, due to the loss of performance of materials and components, so it is essential to have maintenance management in order to efficiently prevent the early degradation of the heritage.

It was found that, in the Air Force, the implementation of management activities is characterized by unexpected and corrective maintenance actions, based on non-integrated decision making.

Towards the exposed problem, the objective of this study was to evaluate a proposal for the implementation of the Building Information Modeling methodology in building maintenance management, carrying out an investigation based on inductive reasoning, using a qualitative strategy and case study as research design.

The results obtained are the result of a literature review and 16 semi-structured interviews, which allowed to conclude that the adoption of this methodology is adequate for the management of the maintenance of Air Force buildings and still create a proposal for implementation in this branch of the Armed Forces.

Keywords

Maintenance, maintenance management, Building Information Modeling, buildings.



1. Introdução

*“Se uma imagem vale mais do que mil palavras,
um modelo vale mais do que mil imagens”*

Edward McCracken

(cit. por Azenha, Lino e Caires, 2018a, p. 11)

O Governo de Portugal (2013a, p. 1995) define que a valorização da tecnologia é um dos vetores e linhas de ação estratégica nacional e defende a promoção da inovação como necessária para um “nível tecnológico elevado no sector da defesa, que melhore a operacionalidade das Forças Armadas” (FFAA).

Por sua vez, na Reforma “Defesa 2020”, o Governo de Portugal (2013b, p. 2288) prevê que a gestão de todas as infraestruturas e património de defesa nacional constitui um dos processos a assegurar pelos serviços centrais do Ministério da Defesa Nacional (MDN).

Em resultado das orientações desses documentos, urge materializar o princípio da racionalização na gestão das infraestruturas, adaptando-as para “responder a requisitos de funcionalidade, habitabilidade e ambientais cada vez mais exigentes” (Conselho de Chefes de Estado-Maior, 2014, p. 43).

No sentido de orientar a ação da Força Aérea (FA) para esta estratégia nacional, o Chefe do Estado-Maior da Força Aérea (CEMFA) (2019, pp. 5-6), definiu, entre outros, o Objetivo Estratégico “OE3 - Força Aérea Moderna de Excelência”.

Para alcançar o OE3, concorrem, o Objetivo Operacional “OB3 - Garantir Logística Robusta e Dinâmica” e o Objetivo Operacional “OB5 - Investir em Métodos de Trabalho e Processos Inovadores” (CEMFA, 2019, pp. 11-13). Para alcançar o OB3 contribui a atividade “A3.1 - Gestão de Infraestruturas e Equipamentos”, que é definida como a “atividade que agrega todas as ações no âmbito do projeto, construção, recuperação, manutenção e conservação de infraestruturas e equipamentos, bem como da gestão do património”. Para o OB5 contribui a atividade “A5.2 - Elaborar e Desenvolver Planos e Programas”, que tem como finalidade “desenvolver estratégias de performance organizacional” (CEMFA, 2019, pp. A6, A8).

É neste contexto, nacional e militar, que se insere a presente investigação, pretendendo contribuir para o cumprimento da missão confiada à FA, estudando a implementação de novas tecnologias e métodos inovadores na Gestão da Manutenção (GM) dos seus edifícios.



Os edifícios possuem um Ciclo de Vida (CDV) que se prolonga muito para além da sua construção e compreende diversas fases, como o projeto, construção, utilização, manutenção, reabilitação ou demolição, entre outras (Sardinha, 2010, cit. por Gonçalves, 2014, p. 99).

Segundo Venâncio (2015, p. 10), é muito útil que toda a informação gerada entre os diversos intervenientes das várias fases, seja disponibilizada ao dono de obra ou ao gestor do edificado pois, só deste modo, terão conhecimento dos materiais e equipamentos instalados, condição fundamental para uma manutenção adequada. Esta situação é particularmente importante, na medida em que, a fase de utilização é o mais longo e dispendioso estágio do CDV de um edifício.

Procurando dar resposta a esta necessidade da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), foram desenvolvidas ferramentas que permitem a integração e tratamento da informação em modo colaborativo e interoperável entre todos os intervenientes (Taborda & Cachadinha, 2012, p. 2), nas quais se inclui a metodologia e ferramentas informáticas associadas, designadas por *Building Information Modeling* (BIM).

Na presente investigação, será utilizada a designação BIM, em vez da sua tradução para português (Modelos de Informação do Edificado), visto que é o termo utilizado na literatura relativa ao tema e por parte dos intervenientes no setor AEC.

A metodologia BIM permite integrar, num modelo digital único, todas as informações relevantes de um edifício, em que a sua concentração possibilita a gestão das instalações ao longo de todo CDV do edifício (Gonçalves, 2014, p. 100).

De acordo com Sardinha (2010, cit. por Gonçalves, 2014, p. 101), esta metodologia permite reduzir os elevados custos associados à GM dos edifícios, aos donos de obra e gestores, pelo facto de a BIM ser baseada num modelo digital único e a informação ser produzida de forma consistente e coordenada.

Como em qualquer organização que possua património edificado, na FA também se verifica a necessidade de gerir a manutenção dos edifícios. A degradação precoce do edificado, decorrente da falta de manutenção, constitui o problema da presente investigação.

À luz do preconizado por Sampieri (2003, cit. por Santos & Lima, 2019, p. 42), a investigação é delimitada pelos seguintes domínios:

- Temporal - ao contexto atual;
- Espacial - na FA;
- De conteúdo - a metodologia BIM na GM de edifícios.



Adotando o modelo de purpose statement de Creswell (2013, p. 135), o Objetivo Geral (OG) desta investigação é *avaliar a viabilidade de implementação da metodologia BIM na GM dos edifícios da FA* e, para a consecução deste, concorrem dois Objetivos Específicos (OE):

OE1: Analisar se a metodologia BIM se adequa à GM dos edifícios da FA;

OE2: Criar uma proposta de implementação da metodologia BIM na GM dos edifícios da FA.

Face ao enquadramento anterior, foi definida a seguinte Pergunta de Partida (PP): *Como poderá a metodologia BIM apoiar a GM dos edifícios da FA?* e as seguintes perguntas derivadas (PD):

PD1: A metodologia BIM adequa-se à GM dos edifícios da FA?

PD2: Como se pode implementar a metodologia BIM na GM dos edifícios da FA?

O presente trabalho de investigação encontra-se organizado em cinco capítulos.

O primeiro capítulo respeita à introdução, onde é realizado o enquadramento e justificação do tema e apresentados o objeto de estudo e a sua delimitação, o problema de investigação, os objetivos e as perguntas da investigação.

O segundo capítulo é referente ao enquadramento teórico e concetual, onde se apresenta a revisão da literatura realizada, o “Estado da Arte” e o modelo de análise.

No terceiro capítulo é identificada a metodologia e o método de investigação utilizados neste trabalho.

No quarto capítulo é realizada a apresentação dos dados e a discussão dos resultados e efetuada a resposta às questões da investigação.

O quinto capítulo refere-se às conclusões, onde se apresenta um resumo dos pontos principais, o sumário do procedimento metodológico seguido, a avaliação dos resultados obtidos, identificados contributos para o conhecimento e recomendações, assim como limitações da investigação e possíveis linhas orientadoras para pesquisas futuras.



2. Enquadramento teórico e concetual

Neste capítulo apresenta-se o estado da arte, os conceitos estruturantes e o modelo de análise.

2.1. Estado da arte e revisão da literatura

2.1.1. Gestão da manutenção de edifícios

Segundo Collen (2003, cit. por Dias, 2017, p. 4), em Portugal, a manutenção dos edifícios tem sido secundarizada, face às restantes atividades da construção civil e, por esse motivo, o investimento nesta área não é observado como prioritário. Isto decorre, quer por falta de vontade política, quer por uma cultura reativa dos vários intervenientes envolvidos no CDV de um edifício. Na Europa, existem sinais evidentes de degradação em diversas cidades, o que se traduz, em alguns casos, na necessidade de intervenção urgente no edificado (Ramos, Silva, Brito, & Gaspar, 2018, p. 386).

O conceito de manutenção consiste na “combinação de todas as acções técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou a repô-lo num estado em que possa desempenhar a função requerida”. Por sua vez, a GM “compreende todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, a estratégia e as responsabilidades respeitantes à manutenção e que os implementam por diversos meios tais como o planeamento, o controlo e supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspetos económicos” (NP EN 13306, 2007, p.11).

No caso particular da FA, Pereira (2008, p. 15) refere que a falta de manutenção por parte dos utilizadores, constitui uma das principais causas de anomalias nos edifícios deste ramo das FFAA.

A inexistência ou inadequação das práticas de manutenção, associados ao natural processo de envelhecimento dos materiais, que tem início, imediatamente após a conclusão da obra, resulta na perda de desempenho dos edifícios. Segundo Chai (2011, p. 1), a perda de desempenho dos edifícios traduz-se na incapacidade dos mesmos para cumprirem adequadamente as funções para as quais foram projetados, traduzindo ainda a existência de problemas, avarias e falhas. Relativamente a este aspeto, é particularmente importante entender que, durante todo o CDV de um edifício, cerca de 85% dos custos são gastos em operação e manutenção (BIM Level 2, s.d.) que, no caso da área da saúde (Figura 1), pode representar 87% (Healthcare BIM Consortium, cit. por Aspenhills Consulting, 2020).

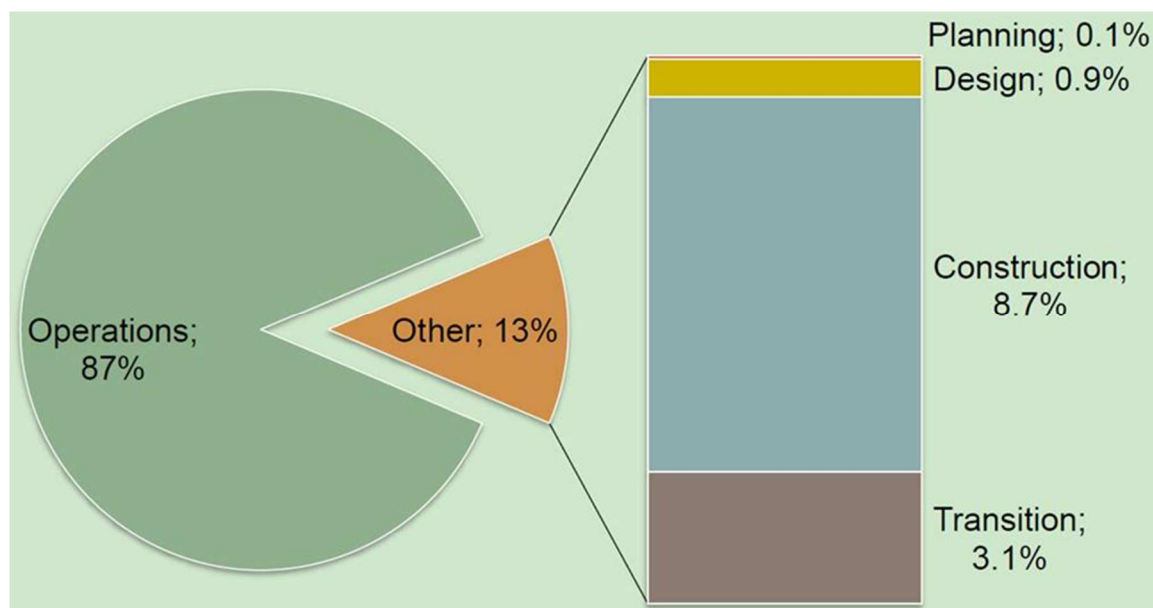


Figura 1 - Custos de um edifício ao longo do CDV.

Fonte: Disponível em Healthcare BIM Consortium (cit. por Aspenhills Consulting, 2020).

Esta problemática reveste-se de elevada pertinência para a FA, uma instituição que, de acordo com Gomes (2018, p. 20), opera e mantém um vasto património composto por 463ha de área bruta de construção, com 2.980 edificações (hangares, edifícios, armazéns, depósitos e radares).

Para fazer face a esta realidade, o Despacho n.º 67/2008 do CEMFA estabelece as responsabilidades das Unidade Base/Estabelecimento/Órgão (U/E/O) e da Direção de Infraestruturas (DI), para a execução de “construções novas, grandes reparações e conservação de infra-estruturas”. Uma das considerações deste documento é a progressiva escassez de verbas atribuídas e a necessidade de “racionalização e utilização criteriosa” das mesmas (CEMFA, 2008, pp. 1-2).

Segundo Garrido (2010, p. 1), a escassez de recursos financeiros condiciona a execução da manutenção, pelo que o planeamento das ações a levar a cabo, afigura-se como o instrumento necessário e consequente. Naturalmente, o planeamento da manutenção deverá ser otimizado, o que segundo Ramos (2016, p. 1), implica “o conhecimento da vida útil dos elementos da construção de modo a se proceder a uma avaliação informada da solução mais vantajosa”.

Tendo em conta que o conhecimento associado à previsão da vida útil dos materiais e componentes dos edifícios, assume grande importância num programa de manutenção (Shohet & Paciuk, 2004, p. 1081), importa, no âmbito desta investigação, tecer algumas considerações acerca desta temática.

O fim da vida útil corresponde “ao momento a partir do qual um elemento de construção deixa de desempenhar adequadamente as funções que lhe foram exigidas, verificando-se alterações que estabelecem o seu desempenho abaixo dos níveis mínimos de exigência” (Ramos, 2016, p. 7).

Segundo Moser (1999, pp. 2-3), a vida útil estimada de um componente (*ESLC* - *estimated service life of the component*) é influenciada por critérios de segurança (*safety*), de funcionalidade (*function*) e de aparência (*appearance* ou *aesthetic*), relacionados hierarquicamente (Figura 2). O critério da segurança, pela sua importância, assume um nível de exigência superior, enquanto que o critério da aparência é o que atinge, mais cedo, o nível mínimo de exigência. Por este motivo, o critério da aparência é, normalmente, o critério condicionante da vida útil.

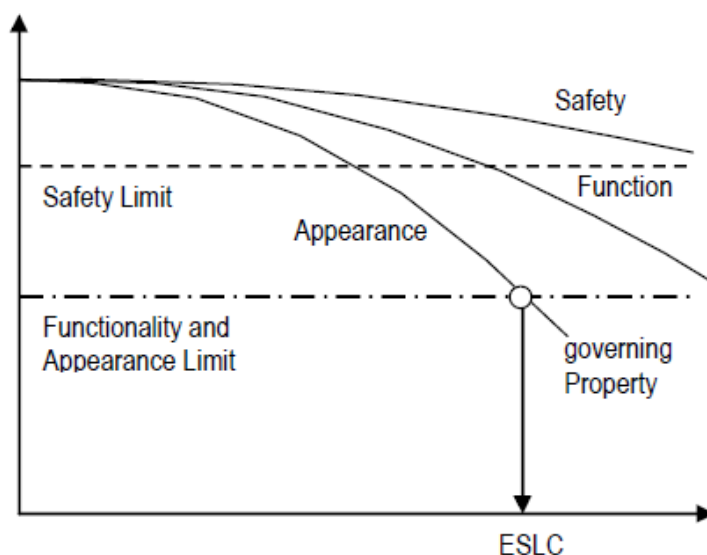


Figura 2 - Degradação esquemática dos grupos de propriedades

Fonte: Disponível em Moser (1999, p. 3).

Em qualquer programa de manutenção, a disponibilidade de ferramentas de engenharia confiáveis para previsão do CDV, é um dos principais problemas (Shohet & Paciuk, 2004, p. 1081). Uma das metodologias para previsão do CDV assenta na avaliação da condição da degradação dos materiais, através de uma escala qualitativa, balizada através da condição verificada em trabalhos de campo (Silva, Brito & Gaspar, 2011, cit. por Ramos, 2016, p. 33).

Gonçalves (2014, p. 1) considera que as organizações que detêm património imobiliário edificado devem possuir modelos de GM, e Pereira (2008, p. 16) destaca a importância da “gestão e organização do processo de manutenção” e da documentação e informação na qualidade na construção.

2.1.2. *Building Information Modeling*

De acordo com Ferreira (entrevista por *email*, 17 de novembro), BIM não é um *software*, é uma metodologia que está a alterar a forma de trabalhar na indústria da construção, em que o principal elo de ligação é a comunicação. Segundo Carvalho (entrevista presencial, 13 de novembro de 2019), BIM representa uma resposta à necessidade de interação e comunicação, eficaz e eficiente, entre todos os intervenientes na indústria.

A metodologia BIM permite a “geração, atualização e reutilização de informação, concentrada num modelo digital”, e constitui uma “base de dados, organizada e acessível”, de natureza colaborativa (Sampaio, entrevista por *email*, 21 de novembro de 2019).

Eastman, Teicholz, Sacks e Liston (2011, p. 1) consideram que BIM é o mais promissor desenvolvimento na indústria da AEC, constituindo, de acordo com Azenha (entrevista por telefone, 07 de novembro de 2019) “informação relevante da construção”, que vai desde a conceção de uma edificação, passando pela construção, pela manutenção, até à reabilitação ou demolição.

Estas considerações são, também, referenciadas pela *National Building Information Modeling Standard (NBIMS)* (2007, p. 21), que define BIM como sendo a “representação digital das características físicas e funcionais de um edifício, que serve como um recurso de partilha de conhecimento de informações da construção, constituindo uma base confiável para decisões, desde a conceção e durante todo o ciclo de vida do edifício” (Figura 3). De igual modo, também Martins (entrevista por *email*, 09 de novembro de 2019) se refere à aplicação da BIM ao longo do CDV das edificações.

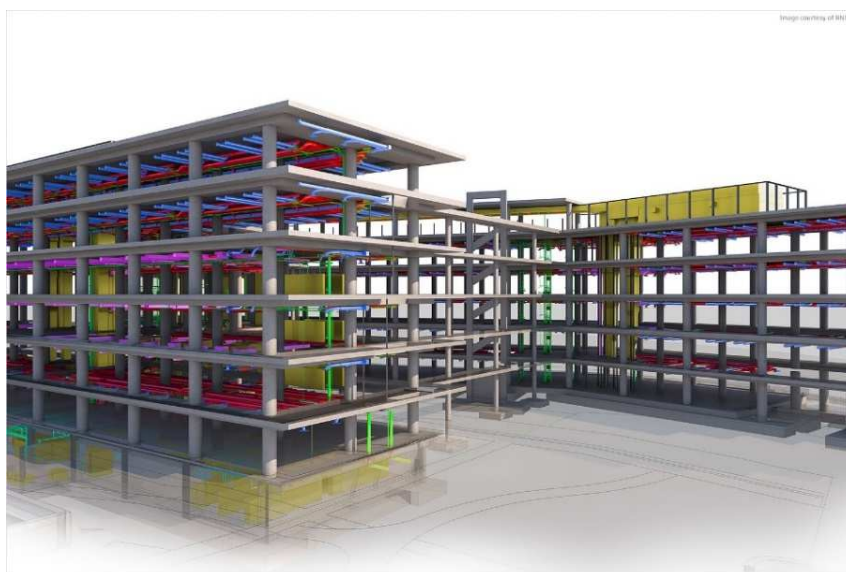


Figura 3 - Modelo BIM de um edifício
Fonte: Disponível em Autodesk (2020).

As mudanças de paradigma na indústria da AEC, materializadas pelas alterações das formas de representação 2D para modelos digitais 3D e para a modelação de objetos na metodologia BIM, devem-se à complexidade das edificações, à sua dimensão e às exigências presentes no setor (Venâncio, 2015, p. 9).

De acordo com Azenha (*op. cit.*), a eficácia e a melhoria dos métodos de trabalho usados na indústria da construção, são alguns dos contributos desta metodologia em que “BIM não é o futuro, BIM já é o presente”.

Na Figura 4, apresenta-se a cronologia das metodologias de representação gráfica utilizadas na indústria AEC.

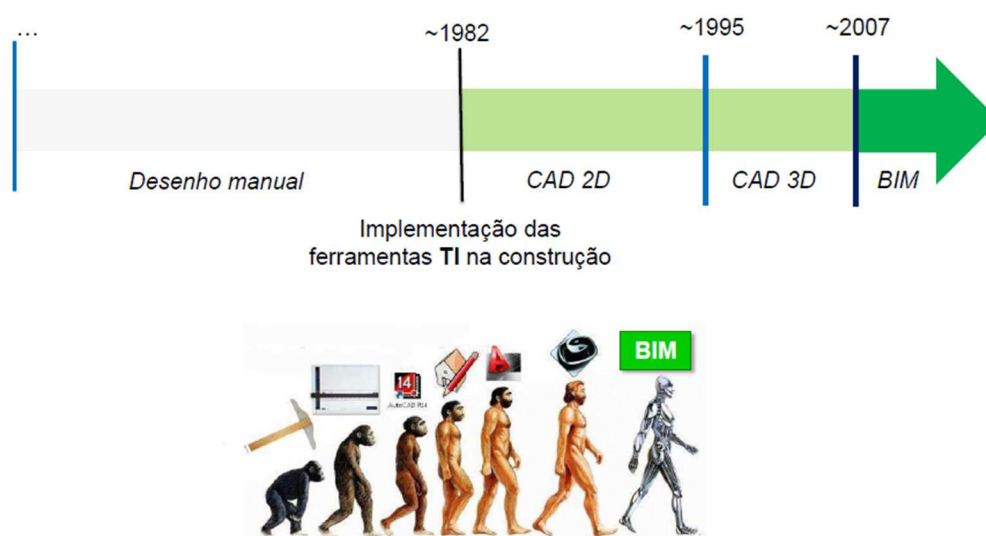


Figura 4 - Cronologia das metodologias de representação gráfica

Fonte: Disponível em Azenha, Lino e Caires (2018a, p. 15).

A metodologia BIM permite que os diversos intervenientes das várias fases (dono de obra, projetistas, entidades executantes e entidades gestoras, entre outros), trabalhem de forma colaborativa, partilhando as informações da construção, durante todo o CDV de um edifício (Figura 5). Trata-se, assim, de um “novo paradigma de trabalho” e uma “nova forma de comunicar”, que implica uma “grande mudança nos processos de troca de informação” exigindo colaboração constante em todas as fases (Venâncio, 2015, p. 11).

Pelo facto de a metodologia BIM se basear na partilha de modelos digitais comuns entre diversos intervenientes do CDV de um edifício, é exigido uma “nova atitude”, formação e mobilização para o “novo modo de construir” (Grilo & Tavares, 2008 cit. por Gonçalves, 2014, p. 97).

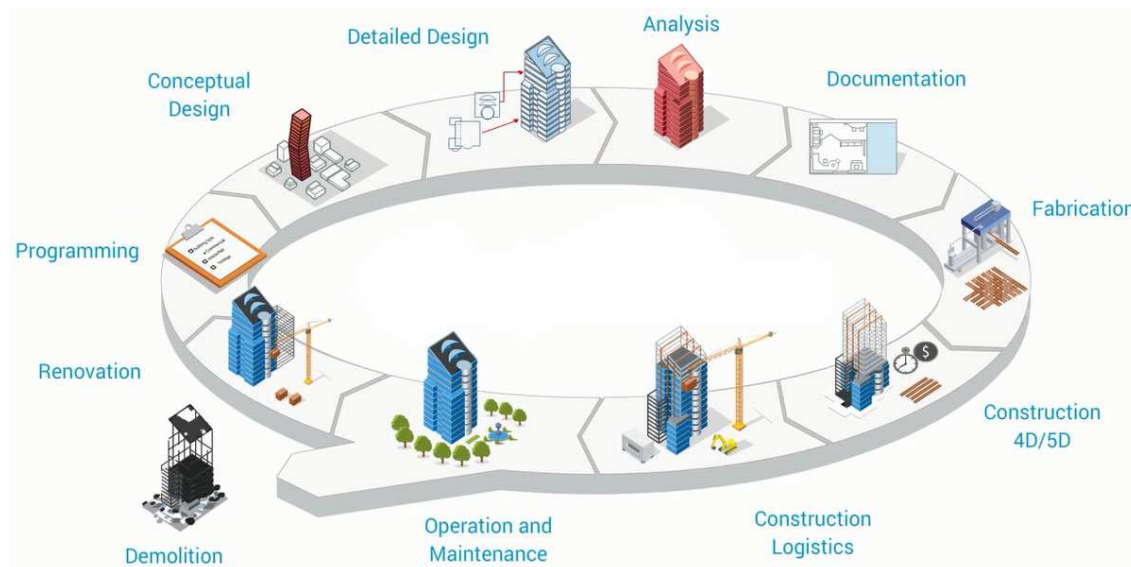


Figura 5 - BIM no CDV de um edifício
Fonte: Disponível em Advenser (2019).

Segundo Sampaio (*op. cit.*), é frequente a associação da metodologia BIM, apenas ao processo de modelação, ou seja, à componente geométrica e às propriedades físicas dos objetos paramétricos, mas “os maiores benefícios da implementação de BIM são demonstrados através das diferentes tarefas que se podem desenvolver com a informação introduzida”. A metodologia adquire, assim, diferentes níveis de informação, designados de dimensões que, segundo Sampaio (*op. cit.*) e Venâncio (2015, p. 10), são as que se apresentam na Figura 6, complementada com a descrição constante do Apêndice A.



Figura 6 - Dimensões e aplicações BIM do 3D ao 7D
Fonte: Disponível em BIM (2015).

Relativamente ao nível BIM 7D, Grilo e Tavares (2008, cit. por Gonçalves, 2014, p. 97), referem que a “introdução de conhecimento no modelo partilhado 3D permite realizar um conjunto de funções e análises de forma integrada”, nomeadamente, “funções de manutenção preventiva e corretiva na ótica de *Facilities Management* (FM)”.

De acordo com Azenha (*op. cit.*), os pilares fundamentais para a viabilidade da metodologia BIM são a “normalização e a interoperabilidade”. A *buildingSMART International* é a autoridade responsável pelo estabelecimento de normas conhecidas por *Industry Foundation Classes* (IFC) (buildingSMART, 2019), que garantem a interoperabilidade, ou seja, a partilha e troca de informação entre as diferentes ferramentas BIM (Martins, *op. cit.*). O formato IFC foi registado em 1995 e encontra-se regulado pela norma da *International Organization for Standardization* (ISO) 16739-1:2018 - *Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries - Part 1: Data schema*.

Para melhor compreensão da metodologia de trabalho que BIM estimula, apresenta-se, na Figura 7, os processos de partilha tradicional e colaborativa de ficheiros associada a BIM, em que o trabalho desenvolvido, depois de partilhado, é acessível a todos os intervenientes, através de um modelo único.

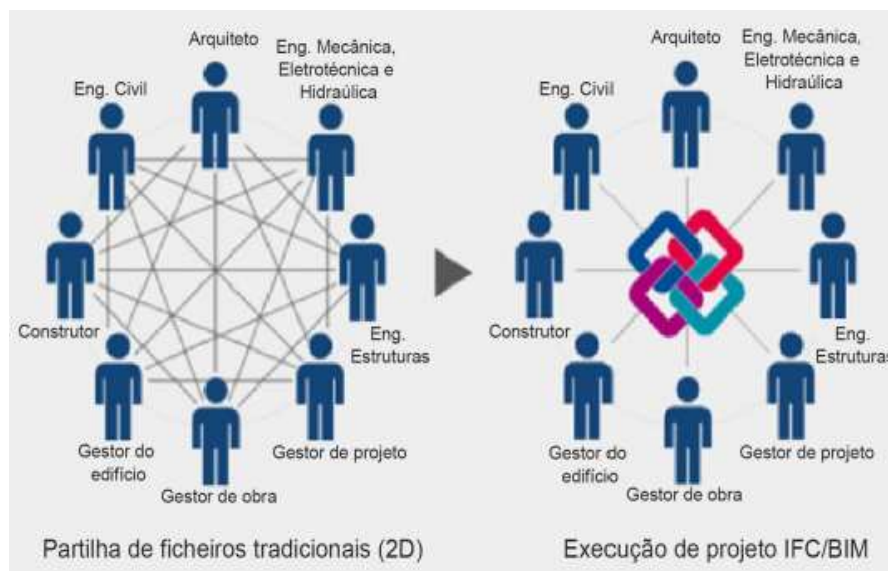


Figura 7 - Comparação dos processos 2D e IFC/BIM

Fonte: Adaptado a partir de Data Design System (2019).

Tendo em conta a tecnologia utilizada para o desenvolvimento de projetos e os processos de partilha de informação numa empresa, foram definidos, no Reino Unido, através da norma PAS 1192-3 (2014), quatro níveis de maturidade BIM, do nível 0 ao nível 3 (Apêndice B). Os níveis de maturidade de BIM, permitem, segundo Venâncio (2015, p.



14-15), “caracterizar o processo de implementação da metodologia, definindo a etapa em que a empresa se encontra e a sua maturação”.

Por sua vez, segundo o *BIMForum* (2019), a quantidade e tipo de informação que é armazenada num modelo BIM, permite caracterizar o seu desenvolvimento em cinco níveis, de acordo com a classificação *Level of Development* (LOD) definida pela *American Institute of Architects* (AIA, 2013).

Azenha, Lino e Caires (2018b, p. 42) referem que o LOD (Apêndice C) permite “identificar com clareza o conteúdo e fiabilidade da informação contida num modelo para as várias fases do processo BIM”.

No Reino Unido, através da PAS 1192-2 (2013), encontra-se especificado o *Level of Definition* (Apêndice D), constituído por duas componentes:

- *Level of detail* (LoD): relacionado com a quantidade de informação gráfica dos modelos em cada uma das fases;
- *Level of information* (LoI): relacionado com a quantidade de informação não gráfica dos modelos em cada uma das fases.

Segundo Venâncio (2015, p. 17), a implementação internacional da metodologia BIM é uma realidade que apresenta um nível de desenvolvimento bastante avançado em alguns países, tendo-se “despoletado iniciativas de legislação e regulação em BIM com vista à imposição numa lógica *top-down*, bem como iniciativas da indústria e dos donos de obra, numa lógica *bottom-up*”.

De acordo com McAuley, Hore e West (2017, p. 6), a implementação internacional de BIM encontra-se nas fases constantes do Apêndice E.

No caso da União Europeia, estão a ser desenvolvidos esforços no sentido de se obter uma norma comum, tendo sido criada a Comissão Técnica de Normalização BIM Europeia CEN/TC442, para “definir, implementar e monitorizar BIM” (CT197 BIM, 2019).

De acordo com Pontes (2016, p. 28), em relação ao resto da Europa e alguns países não europeus, a implementação de BIM em Portugal “ainda se encontra numa fase relativamente atrasada”.

Segundo Azenha (*op. cit.*), a GM com BIM “tem sido um parente pobre, mas o país está a despertar para a mesma” e com o amadurecimento desta metodologia, a “GM será o futuro” (Ribeiro, entrevista por telefone, 20 de novembro de 2019). No mercado, existem diversos *softwares* BIM para a operação e manutenção de edifícios (Figura 8).












ArchiFM	
Bentley Facilities	
FMDesktop	
Tririga	
Ecodomus	
YouBIM	
Allplan Allfa	
Ryhti	
Maximo	

Figura 8 - Softwares BIM para operação e manutenção
Fonte: Disponível em Azenha, Lino e Caires (2018a, p. 55).

Em Portugal, de acordo com Ribeiro (*op. cit.*), as obras de ampliação do Aeroporto de Faro, de construção da sede da EDP e de construção do Hospital da Luz, executadas pela Mota-Engil, contemplaram a entrega de modelos BIM *as-built*, com o objetivo de serem utilizados posteriormente na manutenção. Esta empresa, também já desenvolveu um modelo BIM *as-built* de um edifício para a Parque Escolar, E.P.E., que culminou com o seu carregamento numa plataforma aberta (*open BIM*) designada *Tekla BIMsight*.

Segundo Ribeiro (*op. cit.*), a Mota-Engil encontra-se na fase de preparação da obra da *Infinity Tower*, em Lisboa, na qual o procedimento de contratação para a sua construção, incluiu um caderno de encargos com um modelo BIM, que se prevê que venha a ser utilizado em todas as fases, incluindo a de manutenção.

Internacionalmente, Ribeiro (*op. cit.*) refere que a Mota-Engil se encontra na fase de preparação da obra do novo Aeroporto do Ruanda, onde será utilizada a metodologia BIM em todas as fases, incluindo as de operação e manutenção.

De acordo com Dissler (entrevista por *email*, 12 de novembro de 2019), o consórcio *VINCI Construction Grands Projets - Astaldi*, responsável pelo projeto e construção do Aeroporto de Santiago, no Chile, será também responsável pela operação e manutenção, onde será utilizado o *software* MAXIMO da IBM para *interface* com o modelo BIM *as-built* resultante da fase de construção.

Em Portugal, a ANA (*VINCI Airports*) utilizará BIM pela primeira vez e, segundo Dissler (*op. cit.*) será na expansão da capacidade do Aeroporto de Lisboa, estando previsto para todas as fases, incluindo as de operação e manutenção.



A vontade de aprofundar e dinamizar a metodologia BIM no país, tem levado a que sejam promovidas iniciativas por parte de diversas entidades, como a Comissão Técnica de Normalização Nacional CT197 BIM, a Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção (PTPC) e o *BIMClub*.

2.2. Modelo de análise

O modelo de análise surge, na presente investigação, na sequência da revisão da literatura e da posse dos elementos necessários ao estudo, nos domínios concetual e metodológico (Santos & Lima, 2019, p. 61).

O modelo de análise é apresentado no Apêndice F e, na sua construção, os conceitos foram explicitados em dimensões e indicadores.



3. Metodologia e Método

Este capítulo apresenta a explicitação da metodologia e do método adotados para a presente investigação.

3.1. Metodologia

A metodologia adotada baseou-se em Santos e Lima (2019), tendo contemplado as fases exploratória, analítica e conclusiva.

A fase exploratória iniciou-se pelo “Estado da Arte”, de modo a identificar o conhecimento sobre o tema em estudo, através de revisão da literatura e entrevistas exploratórias. As leituras exploratórias debruçaram-se sobre trabalhos de investigação individual do Instituto Universitário Militar (IUM), dissertações de mestrado e teses de doutoramento, livros, artigos científicos e outros documentos de relevo que contribuem para a definição do estado atual do conhecimento relativo ao tema. As entrevistas exploratórias foram realizadas a três peritos da DI do Comando da Logística da Força Aérea (CLAFa) e do Instituto Superior Técnico (IST), tendo como objetivo obter conhecimento adicional, que “alargam ou retificam o campo de investigação das leituras” (Quivy & Campenhoudt, 2003, p. 69). Com a consolidação da revisão bibliográfica, definiu-se o modelo de análise (Apêndice F).

A fase analítica consistiu na recolha, análise e apresentação dos dados resultantes das entrevistas semiestruturadas, aplicadas a uma amostra empírica intencional.

A fase conclusiva contemplou a avaliação e discussão dos resultados obtidos, a apresentação das conclusões e implicações e, por último, os contributos para o conhecimento, limitações e recomendações.

A presente investigação assentou num raciocínio indutivo, partindo do particular para o geral, ou seja, através da observação e associação de factos particulares, pretendeu generalizar e formular uma teoria (Freixo, 2011, pp. 95-96).

A estratégia de investigação foi do tipo qualitativa, ou seja, em que se pretendeu alcançar “um entendimento mais profundo e, se necessário, subjetivo do objeto de estudo”, trabalhando com opiniões, perspetivas e experiências dos indivíduos (Vilelas, 2009, p. 108).

O desenho de pesquisa desta investigação é o Estudo de Caso, como procedimento metodológico que permite, ao investigador, recolher informação sobre um fenómeno particular inserido no seu contexto (Santos & Lima, 2019, p. 36).



3.2. Método

Este capítulo refere-se aos participantes, ao procedimento e aos instrumentos de recolha de dados.

3.2.1. Participantes

A presente investigação integrou 16 entrevistados, divididos em dois grupos:

- Grupo 1: formado por 7 especialistas com vasta experiência profissional, formativa e reconhecida competência na área de BIM, nomeadamente docentes de universidades e profissionais da indústria AEC (Apêndice G);
- Grupo 2: formado por 9 militares da FA, selecionados pelas relevantes funções de chefia ou de direção na DI, e pelo conhecimento nos processos de GM (Apêndice H).

3.2.2. Procedimento

O procedimento para avaliar a disponibilidade dos potenciais entrevistados para colaborar na presente investigação realizou-se através de contacto telefónico, correio eletrónico e presencialmente. Obtida a expressa disponibilidade para participar na investigação, foram coordenadas as entrevistas presenciais e por telefone e enviados os guiões de entrevista para os restantes casos.

3.2.3. Instrumentos de recolha de dados

Para a recolha de dados, foram formulados dois guiões de entrevista semiestruturada, adaptados aos dois grupos de participantes (Apêndices G e H).



4. Apresentação dos dados e discussão dos resultados

Neste capítulo apresenta-se os dados obtidos nas entrevistas, a análise dos resultados e as respostas às perguntas da investigação.

4.1. A metodologia BIM na GM dos edifícios da FA

Segundo Veloso (entrevista por *email*, 05 de novembro de 2019), a GM dos edifícios da FA não está centralizada, visto que as U/E/O executam ações de manutenção e, nem sempre, comunicam à direção técnica responsável, a DI. Refere, ainda, que “não existe nenhum sistema dedicado à GM dos edifícios”, mas várias bases de dados sobre infraestruturas, tais como o Sistema de Informação de Infraestruturas (SIINFRAS) (Apêndice J) e o Controlo Administrativo de Obras (CAO), aos quais Marcos (entrevista presencial, 31 de outubro de 2019) acrescenta o Módulo de Gestão de Inspeções (MGI) e os Programas de Obras das U/E/O, em cumprimento do Despacho n.º 67/2008 do CEMFA (Apêndice J).

De acordo com Alves (entrevista por *email*, 27 de novembro de 2019), as atividades relativas à GM dos edifícios não estão implementadas na FA, desconhecendo a existência de quaisquer instrumentos de apoio.

Barros (entrevista presencial, 04 de novembro de 2019), classifica a GM dos edifícios da FA de insipiente, porque, apesar dos diversos instrumentos de apoio referidos, aos quais acrescenta o Boletim de Intervenções em Infraestruturas (BIIE), ao abrigo da Diretiva DI-01/2013 (Apêndice J) e as bases de dados em folhas do Microsoft Excel, a informação resultante consiste apenas em registos das ações de manutenção realizadas.

Segundo Barros (*op. cit.*), a GM traduz-se na tomada de decisões e, atualmente, falta uma ferramenta que forneça a informação necessária, ou seja, “o estado dos edifícios e as ações a tomar”.

Por sua vez, E. Mendes (entrevista por *email*, 31 de dezembro de 2019), refere que o órgão responsável pela GM dos edifícios da FA é a Repartição de Património da DI, que sustenta a sua atuação ao abrigo do Despacho n.º 67/2008 do CEMFA. Para concretizar o previsto neste despacho, concorrem outros instrumentos como o BIIE, o inquérito às U/E/O (Apêndice J), cuja informação é registada no SIINFRAS e permite “cadastrar o histórico das intervenções”, “atualizar e aferir os estados de conservação do património” e “contribuir para a GM dos edifícios”.



De acordo com R. Mendes (entrevista por *email*, 05 de dezembro de 2019), “não existe uma cultura de GM”, sendo esta “realizada de forma muito básica, através de normas, ferramentas e sistemas de informação dispersos, não claros e não alinhados”.

Segundo Cardoso (entrevista por *email*, 21 de dezembro de 2019) e Dias (entrevista por *email*, 03 de janeiro de 2020), a GM dos edifícios da FA é descentralizada, ou seja, executada pelas U/E/O, através dos próprios serviços e pessoal. Cardoso (*op. cit.*) refere que, em complemento dos instrumentos existentes, encontra-se em desenvolvimento uma plataforma baseada em Sistemas de Informação Geográfica, destinada à identificação, processamento e centralização dos pedidos de necessidades de obras, por parte das U/E/O, da qual resultarão “novas possibilidades de analisar os dados”.

Na Figura 9 apresenta-se a quantificação dos instrumentos identificados.

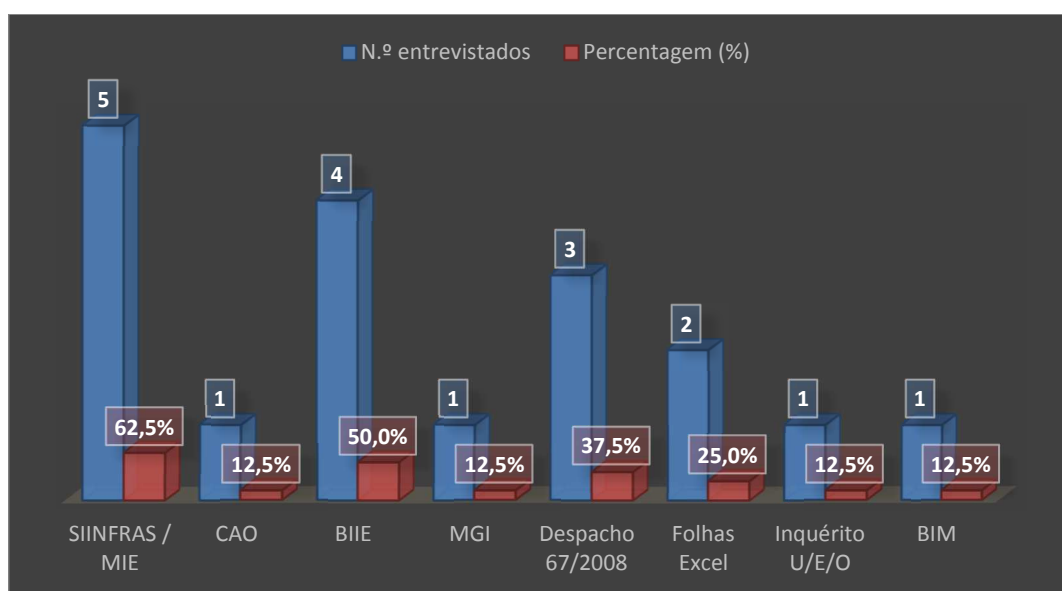


Figura 9 - Instrumentos da GM dos edifícios da FA
Fonte: Autor (2020).

Como se constata, o SIINFRAS é identificado por 62,5% dos entrevistados (cinco em oito); contudo, este sistema de informação encontra-se em migração para um outro designado de Plataforma Única de Sistemas de Informação - Módulo de Infraestruturas e Equipamentos (PLUS - MIE) (Apêndice J).

Neste ponto, Barros (*op. cit.*) e Marcos (*op. cit.*) têm a expectativa de que, o futuro desenvolvimento dos módulos “Manutenção Base” e “Gestão de Infraestruturas e Equipamentos” na PLUS - MIE, colmate a lacuna associada à existência de um conjunto de instrumentos não integrados. Segundo Barros (*op. cit.*), a integração de BIM com a PLUS - MIE assume-se como um pressuposto, e sugerindo que poderá ser alvo de um trabalho de investigação posterior.



De acordo com R. Mendes (*op. cit.*), o projeto-piloto para implementação da metodologia BIM na elaboração e gestão de projetos, na DI, foi recentemente aprovada pelo CEMFA, prevendo que, ulteriormente, seja contemplado um módulo de GM.

A metodologia BIM, de acordo com Cachadinha, Grilo e Lino (2019, cit. por Lopes, N., 2019, p. 13) é uma ferramenta muito útil à gestão e manutenção das infraestruturas, pelo facto de constituir um cadastro digital da informação dos edifícios, estruturado de forma sistematizada e consultável.

Segundo Martins (*op. cit.*), pelo facto de um modelo BIM ser um “repositório de informação gráfica e não gráfica”, permanentemente atualizado, “permite que as decisões relacionadas com a manutenção, sejam tomadas com base em informação mais recente, em cada momento”.

Lopes, N. (2019, p. 30 e 32) conclui que esta metodologia aporta valor para a FA que, enquanto organização, deverá estabelecer uma manutenção dos edifícios, apoiada em BIM.

De acordo Sampaio (*op. cit.*), as vantagens de um modelo BIM são a “capacidade de armazenamento e consulta de dados” e, segundo Eastman, Teicholz, Sacks e Liston (2011, cit. por Gonçalves, 2014, p. 101), a utilização de apenas um arquivo com toda a informação necessária torna o processo de gestão e manutenção mais racional e dinâmico.

Deste modo, Barros (*op. cit.*) considera relevante a disponibilização da informação dessa forma, visto que se traduz em ganhos de tempo na sua consulta, quando comparada com a sua pesquisa em fontes dispersas.

A compilação da informação num só arquivo, “melhora a consulta, a eficácia e o controlo” (Alves, *op. cit.*) em todas as fases do seu CDV, nomeadamente na fase de manutenção e considera que a sua apresentação através de um modelo BIM “potencia a eficácia, a integração e a capacidade de controlo dinâmico em tempo real”.

Por sua vez, E. Mendes (*op. cit.*) destaca a necessidade de “toda a informação sobre o projeto e histórico” estar disponível para que o planeamento sobre as infraestruturas seja sustentado.

Segundo Cardoso (*op. cit.*), a informação associada aos objetos do modelo BIM permite um nível de detalhe que, atualmente não existe, e que é extremamente importante para uma adequada manutenção.

No entanto, Ruivo (entrevista por *email*, 04 de dezembro de 2019) alerta para o necessário “equilíbrio entre a informação” inserida no modelo e o custo associado à



compilação, apesar de considerar que a manutenção sairá facilitada, se existir apenas uma fonte de informação.

De acordo com Carvalho (*op. cit.*), “é possível definir no modelo BIM um plano de manutenção com ações a executar e periodicidades para cada um dos componentes da construção”.

A inexistência de planos de manutenção preventiva (PMP) associados aos componentes da construção é, segundo Alves (*op. cit.*), uma das dificuldades no processo de GM dos edifícios da FA, pelo que, “se estes fossem integrados aos objetos num modelo BIM constituiria um passo gigantesco para a implementação de uma efetiva manutenção”.

Neste sentido, E. Mendes (*op. cit.*), considera que as intervenções preventivas “reduzem a degradação excessiva dos edifícios” e evitam a “redução da vida útil e gastos excessivos”.

De acordo com R. Mendes (*op. cit.*), a integração dos PMP num modelo BIM, contribuiria para uma organização sistemática da atividade da manutenção e permitiria ao gestor da manutenção “controlar, monitorizar e validar as ações realizadas” e “otimizar a atribuição dos recursos humanos face aos vários cenários de manutenção”.

Veloso (*op. cit.*) considera que seria “uma ferramenta útil” para a definição de prioridades e quantificação de custos de manutenção, o que, segundo Marcos (*op. cit.*), constituiria o “*end state*” do processo de gestão do CDV de um edifício.

Os modelos BIM, porque “não são apenas geometria 3D, são informação” (Carvalho, *op. cit.*), também permitem a criação de fichas de inspeção, diagnóstico e de reparação em que, de acordo com Sampaio (*op. cit.*), os relatórios de inspeções ou de intervenções realizadas são dados que devem ser incorporados no modelo.

Cardoso (*op. cit.*) considera relevante, e até uma exigência nos dias de hoje, que as ações de manutenção preventiva e corretiva fiquem registadas e associadas, informaticamente, aos componentes da construção intervencionados, através das referidas fichas, porque permitem “trabalhar de forma ágil”, garantindo a “coerência e consistência dos dados” e a obtenção de resultados e relatórios de forma expedita e automática.

De acordo com E. Mendes (*op. cit.*), estes registos são importantes porque, ao permitirem a análise da tipologia, frequência e causas das anomalias é possível perceber, por um lado, a adequabilidade das soluções construtivas de projeto e, por outro, das ações de manutenção.



Numa ótica de determinação do estado de degradação dos edifícios, por via do conhecimento do estado dos seus componentes, o registo e classificação das anomalias pode ser realizado através de fichas parametrizadas nos modelos BIM (Quadro 1).

Quadro 1 - Ficha de registo de anomalias

Identificação do componente	Identificação da anomalia	Área afetada [m ²]	Nível de degradação [k _n]	Coefficiente de ponderação relativa [k _{a,n}]
C ₁	AN ₁			
	AN ₂			
	AN ₃			
	AN _n			

Fonte: Autor (2020).

Com base nos dados recolhidos, obtêm-se os valores da severidade da degradação normalizada que, relacionados com o nível de condição global, fornecem aos decisores a informação acerca do património edificado, o que permite a tomada das mais diversas decisões, desde ações de manutenção corretiva, passando por demolições, até à implementação plena de PMP.

Segundo Veloso (*op. cit.*), a implementação da metodologia BIM na FA afetará positivamente a GM dos edifícios, alavancada por “processos de trabalho e procedimentos organizados e sistematizados entre a DI e as U/E/O” (R. Mendes, *op. cit.*).

Para esta racional, R. Mendes (*op. cit.*) considera que a FA é uma realidade que se caracteriza num número elevado de edifícios, por inúmeros *stakeholders* dispersos pelas várias U/E/O, por componentes da construção cada vez mais complexos, por requisitos funcionais exigentes e por exigências legais e de segurança cada vez mais apertadas.

Cardoso (*op. cit.*), por outro lado, refere que, devido ao elevado número de edifícios, a integração em BIM, poderá ser uma dificuldade e, assim, “dificultar a análise global e o apoio à decisão quanto à priorização de necessidades de intervenção”.

Nesta ótica, há ainda um “longo caminho a percorrer” (Ruivo, *op. cit.*), que se materializa de duas formas: nos edifícios existentes, pelo levantamento e criação de modelos, e nos edifícios novos, pela execução do projeto *ab initio* segundo essa “filosofia de trabalho”.

4.1.1. Síntese conclusiva e resposta à PD1

Os entrevistados militares entendem que a GM deve ser centralizada na DI, utilizando ferramentas que garantam a integração, otimização e automatização da informação e um trabalho colaborativo com as U/E/O responsáveis pela execução das ações de manutenção.



Nesse sentido, pretende-se desenvolver os módulos “Manutenção Base” e “Gestão de Infraestruturas e Equipamentos” integrados na plataforma PLUS - MIE, tendo sido identificada a necessidade de proceder ao desenvolvimento da conexão com BIM.

Relativamente à implementação de BIM na GM dos edifícios da FA, verifica-se a sua adequabilidade, dado que:

- A integração da informação relativa a todos os componentes de um edifício, em objetos paramétricos tridimensionais num modelo BIM:
 - Origina um repositório e um cadastro únicos de informação;
 - Permite uma visualização/interpretação integradas, expeditas e facilitadas da informação;
 - Apoia a tomada de decisão financeira e técnica.
- A associação de PMP a todos os componentes de um edifício, num modelo BIM:
 - Organiza a atividade da manutenção de uma forma sistemática e integrada e contribui para a definição de prioridades;
 - Permite o controlo e validação das ações de manutenção;
 - Otimiza a distribuição de recursos humanos aos cenários de manutenção.
- O registo e associação, a um modelo BIM, de fichas de inspeção, diagnóstico e reparação com as ações de manutenção preventiva e corretiva realizadas:
 - Mantém a coerência e a consistência da informação;
 - Permite perceber o desempenho e a adequabilidade das soluções construtivas dos componentes de cada edifício;
 - Permite efetuar análises económicas e técnicas.

Com base no exposto e relativamente à PD1, conclui-se que a metodologia BIM se adequa à GM dos edifícios da FA.

4.2. Proposta de implementação da metodologia BIM

Barros (*op. cit.*), Marcos (*op. cit.*), Cardoso (*op. cit.*) e Dias (*op. cit.*), consideram que os recursos humanos da DI estão recetivos à implementação de BIM na GM dos edifícios da FA. O melhor indicador dessa recetividade é o facto de a proposta do referido projeto-piloto, ter surgido, de acordo com Barros (*op. cit.*), de uma “abordagem *bottom-up*” e de ser um “desejo dos técnicos, apresentado pelos técnicos”.



Contudo, segundo Veloso (*op. cit.*), a implementação poderá registar alguma inércia inicial, devido à “aversão à mudança” e Marcos (*op. cit.*) refere que haverá uma “fase de adaptação e mudança de mentalidade”, visto que a metodologia BIM “introduz um paradigma inovador e um conceito de trabalho diferente do atual”.

E. Mendes (*op. cit.*), em resultado da sua experiência em diversas U/E/O e funções desempenhadas, entende que “o pessoal é normalmente e culturalmente pouco recetivo a alterações de metodologias e de procedimentos de trabalho”, pelo que considera necessário dar formação aos utilizadores e sensibilizá-los para as suas responsabilidades na manutenção das infraestruturas.

R. Mendes (*op. cit.*) e Ruivo (*op. cit.*), por sua vez, acreditam que os recursos humanos “mais jovens” percecionarão a implementação como uma “grande oportunidade de crescimento”, enquanto que os “mais velhos” apresentarão alguma resistência, num cenário onde a formação, a motivação e a confrontação com os resultados terão um papel fundamental.

Segundo Alves (*op. cit.*), apesar dos desafios, os recursos humanos da FA estão recetivos, enquanto Dias (*op. cit.*) considera que a implementação de BIM nas U/E/O poderá apresentar algumas dificuldades, pelo facto de os utilizadores, frequentemente, não possuírem formação técnica na área da manutenção de edifícios, por se verificar uma rotatividade dos militares, que dificulta a “transmissão de conhecimento e de operação com as ferramentas”.

De acordo com Azenha, Lino e Caires (2018a, p. 65), a introdução de BIM nos processos de trabalho de uma organização, deve ser acompanhada de uma “correta gestão de expectativas”, sendo desejável que a implementação seja gradual, de forma a permitir uma “maturação e crescimento sustentável”. A Figura 10 representa a curva de aprendizagem associada.

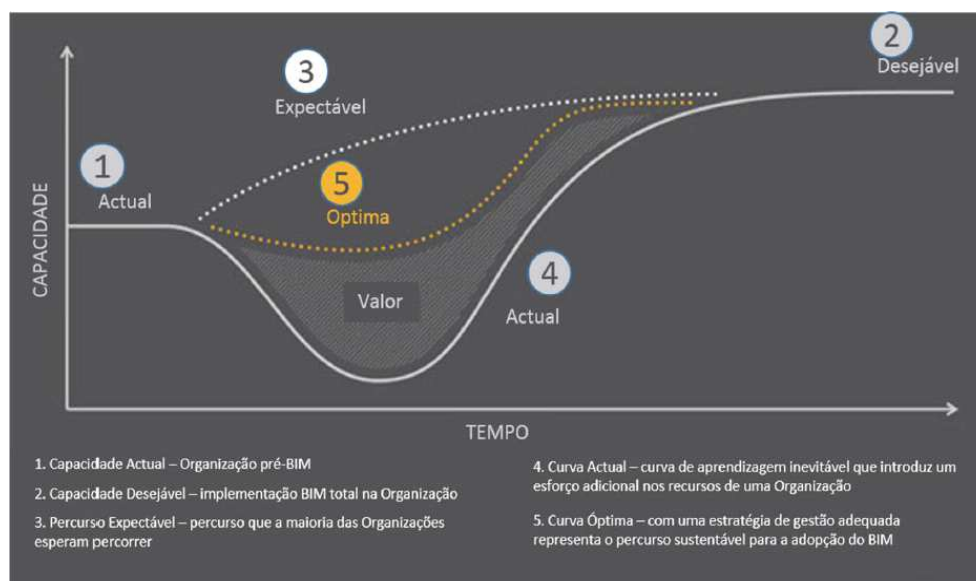


Figura 10 - Curva de aprendizagem da implementação BIM

Fonte: Adaptado a partir de Oakley (2012, cit. por Gomes, 2015).

Segundo Barros (*op. cit.*), o escalão superior da Força Aérea tem como objetivo, uma “GM sem limitações” e, tendo em conta que o General CEMFA aprovou a implementação do referido projeto-piloto, considera, tal como Marcos (*op. cit.*), R. Mendes (*op. cit.*), Cardoso (*op. cit.*) e Dias (*op. cit.*), que há recetividade para a GM com recurso a BIM. Contudo, o escalão superior ainda não possui a informação necessária para a tomada da decisão de implementação de BIM na GM.

Veloso (*op. cit.*) e Ruivo (*op. cit.*), referem que os decisores poderão considerar o investimento um pouco “pesado”, ainda que atentem que os custos (aquisição de *hardware*, *software* e formação) tenderão a ser anulados pelos ganhos na manutenção, enquanto que Alves (*op. cit.*) refere uma eventual “inércia à mudança” que culminará inevitavelmente na sua adaptação às novas tecnologias.

Face à falta de recursos financeiros e de pessoal e à necessidade de uma gestão rigorosa, assertiva, que evite o desperdício, E. Mendes (*op. cit.*) entende que os decisores militares estão recetivos à implementação de modelos reais e otimizados que sustentem a informação necessária à tomada de decisão.

R. Mendes (*op. cit.*) considera que a FA, enquanto organização tecnologicamente vanguardista, deve “acompanhar a evolução do meio ambiente que a rodeia, porque a gestão hodierna é cada vez mais assente numa visão sistémica e integrada”.

O Despacho n.º 67/2008 do CEMFA estabelece as “*roles and responsibilities*” ao nível de competências em matéria de construção nova, conservação e manutenção de infraestruturas” (R. Mendes, *op. cit.*).



Segundo Veloso (*op. cit.*) e Barros (*op. cit.*), a implementação de BIM na GM dos edifícios da FA contribui para o cumprimento do determinado no ponto 1 do Despacho n.º 67/2008 do CEMFA, uma vez que clarifica o tipo de intervenção e permite a definição das ações a executar pelas U/E/O.

E. Mendes (*op. cit.*), refere que BIM permite a operacionalização do papel de supervisão da DI, ou seja, garante um maior controlo e monitorização das ações de manutenção das U/E/O.

R. Mendes (*op. cit.*) considera que a metodologia BIM, no âmbito da GM “concorre para uma programação de intervenções mais ajustada à realidade, fruto do seu papel balizador na definição do âmbito dessas intervenções e do seu papel regulador em matéria de priorização”.

Por sua vez, Cardoso (*op. cit.*) considera ser ainda prematuro afirmar que a metodologia possa contribuir para o cumprimento do determinado no ponto 1 do Despacho n.º 67/2008 do CEMFA e refere que o número de edifícios da FA é de tal forma elevado que não é possível, no imediato, generalizar a modelação em BIM, entendendo que, no curto prazo, apenas será proveitoso no caso de grandes construções, como o conjunto edificado do Estado-Maior da Força Aérea (EMFA) e Hospital das Forças Armadas (HFAR) e das construções decorrentes da Reorganização do Dispositivo da FA e da aquisição do novo Sistema de Armas KC-390.

Todos os entrevistados consideram que a metodologia BIM para GM dos edifícios da FA deve ser implementada na DI, enquanto órgão gestor/centralizador da informação e nas U/E/O, por constituírem “*boots on the ground*” (R. Mendes, *op. cit.*) e órgãos executantes das ações de manutenção.

Veloso (*op. cit.*) acrescenta que deve ser, também, implementada em todas as Direções Técnicas do CLAFA, que intervenham como executantes em edifícios e Alves (*op. cit.*), refere, ainda, os “estabelecimentos de ensino, nomeadamente na Academia da Força Aérea (AFA)”.

Por sua vez, R. Mendes (*op. cit.*) coloca a possibilidade de esta metodologia poder “constituir uma importante fonte de informação e ferramenta de análise para a gestão de anomalias da Inspeção-Geral da Força Aérea (IGFA)”.

Segundo Cardoso (*op. cit.*) e Dias (*op. cit.*), a implementação de BIM nas U/E/O deve ocorrer numa fase subsequente à da DI. De acordo com Dias (*op. cit.*), a segunda fase deve



iniciar-se por U/E/O de menor dimensão, mas de grande complexidade de ações de manutenção, tais como as Estações de Radar.

Na Figura 11 apresenta-se a integração organizacional, na FA, identificada pelos entrevistados.

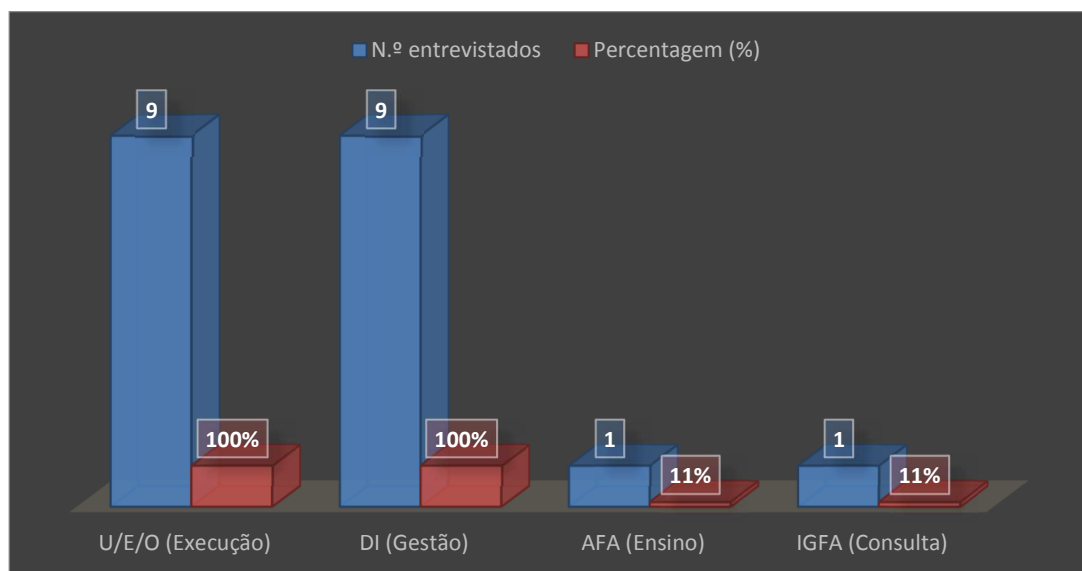


Figura 11 - Integração organizacional da metodologia BIM para GM

Fonte: Autor (2020).

Em termos de operação, de acordo com Carvalho (*op. cit.*), a GM com a metodologia BIM, de edifícios dispersos pelo país, pode ser executada de forma centralizada, por parte do órgão gestor. De modo recíproco, os responsáveis pela execução da manutenção, não necessitam de possuir o modelo BIM base, bastando que possuam acesso *online* à plataforma onde o modelo se encontra carregado, seja através de computador, *tablet* ou outro dispositivo eletrónico móvel (Azenha, *op. cit.*).

Nesta ótica, de acordo com Carvalho (*op. cit.*), “a implementação de BIM na GM dos edifícios da FA não implicaria a aquisição de hardware e de *software* específicos”, por parte das U/E/O, “porque bastaria uma plataforma *online*, em que os operadores preencheriam a informação relativa à manutenção, que automaticamente seria atualizada no modelo base”.

Segundo Azenha (*op. cit.*), pelo facto de as plataformas não serem um *software* de modelação BIM, dispensa os técnicos de manutenção de formação específica, “o que permite alargar o leque de pessoas que as usam”.

Tendo por base o estudo efetuado e a informação recolhida nas entrevistas, apresenta-se uma proposta para implementação de BIM na GM dos edifícios da FA (Figura 12), em que a AFA foi excluída por respeitar apenas à vertente de ensino:



- DI - órgão gestor e detentor dos modelos de base, operando *softwares* de modelação BIM (privilégios totais);
- U/E/O - entidades utilizadoras das infraestruturas e executantes da manutenção, operando plataformas com acesso remoto aos modelos de base (privilégios de consulta e registo sujeito a validação por parte da DI);
- IGFA - órgão utilizador da informação constante dos modelos BIM (privilégios de consulta).

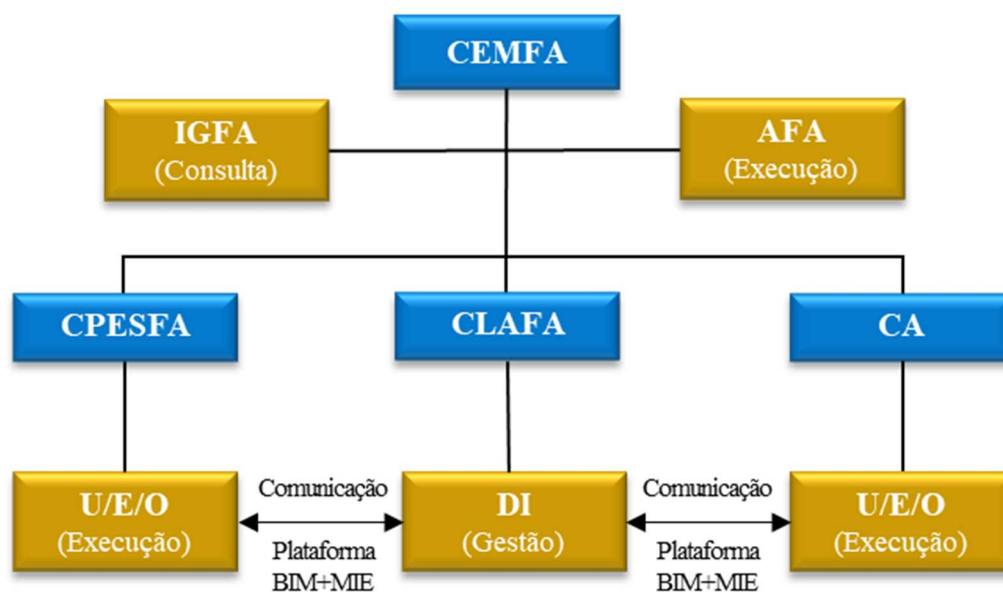


Figura 12 - Proposta de implementação na estrutura da FA
Fonte: Autor (2020).

Relativamente à integração de BIM no apoio à GM, na estrutura orgânica da DI, não existe unanimidade quanto à definição da repartição/gabinete responsável, no entanto, é consensual que todos devem contribuir para este desiderato, excetuando a Repartição de Engenharia de Aeródromos (REA), pelo facto de não desenvolver ações relacionadas com edifícios.

Segundo Alves (*op. cit.*) e R. Mendes (*op. cit.*), esta responsabilidade deve caber ao Gabinete de Revisão de Projeto, Ambiente e Uniformização Técnica (GRPAUT), enquanto que para E. Mendes (*op. cit.*), deve ser a Repartição de Obras (REPOBRAS). Por sua vez, Cardoso (*op. cit.*) identifica o Gabinete de Apoio, Planeamento e Controlo (GAPC), ressaltando o necessário reforço de recursos humanos. Dias (*op. cit.*) considera que a criação de uma Repartição de Manutenção (REPMANUT) garantiria um foco acrescido na manutenção e Ruivo (*op. cit.*) refere a Repartição de Património (REPPATRIM), como a



mais adequada para o cumprimento desta missão. Por último, a Repartição de Projetos (REPPROJ) garantiria o apoio na criação dos modelos.

A Figura 13 apresenta a integração de BIM no apoio à GM, no GRPAUT, em virtude de ter reunido mais apreciações.

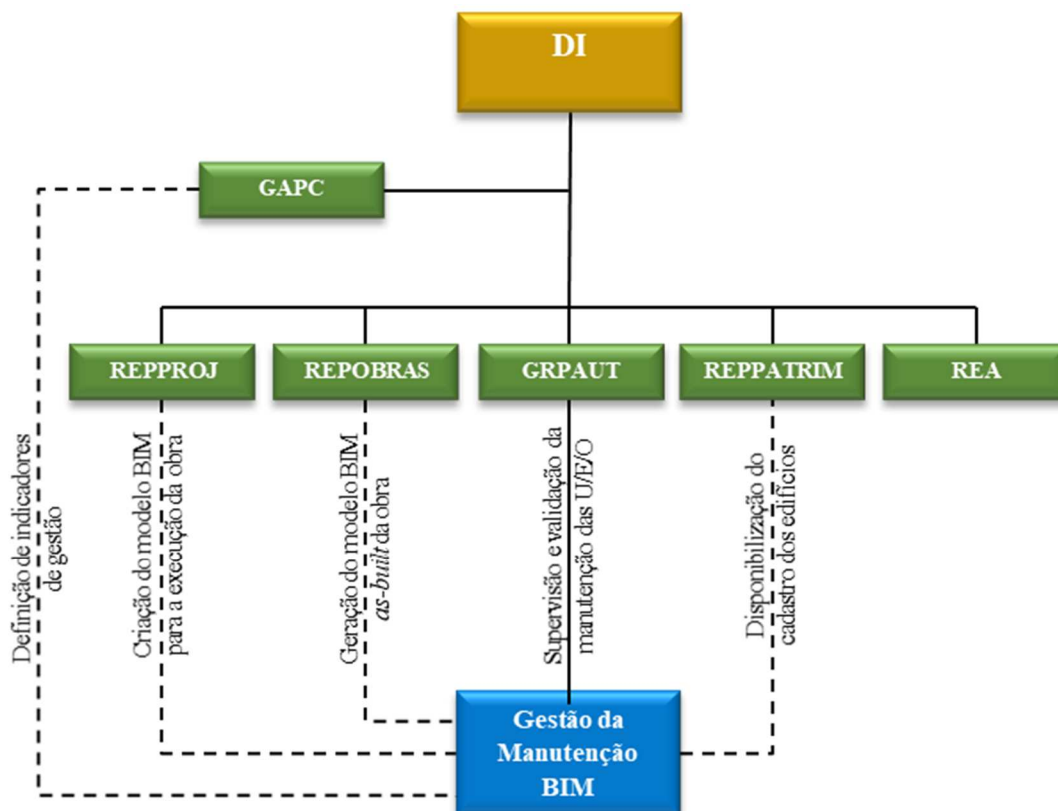


Figura 13 - Proposta de implementação na estrutura da DI
Fonte: Autor (2020).

Procurando demonstrar a simplicidade como os dados são atualizados e consultados pelas entidades executantes (U/E/O) e pelo órgão gestor (DI), conferido maior rapidez e um investimento informado, apresenta-se, na Figura 14, um fluxograma que elucida sobre o modo como BIM apoia a GM, neste caso, de âmbito corretivo.

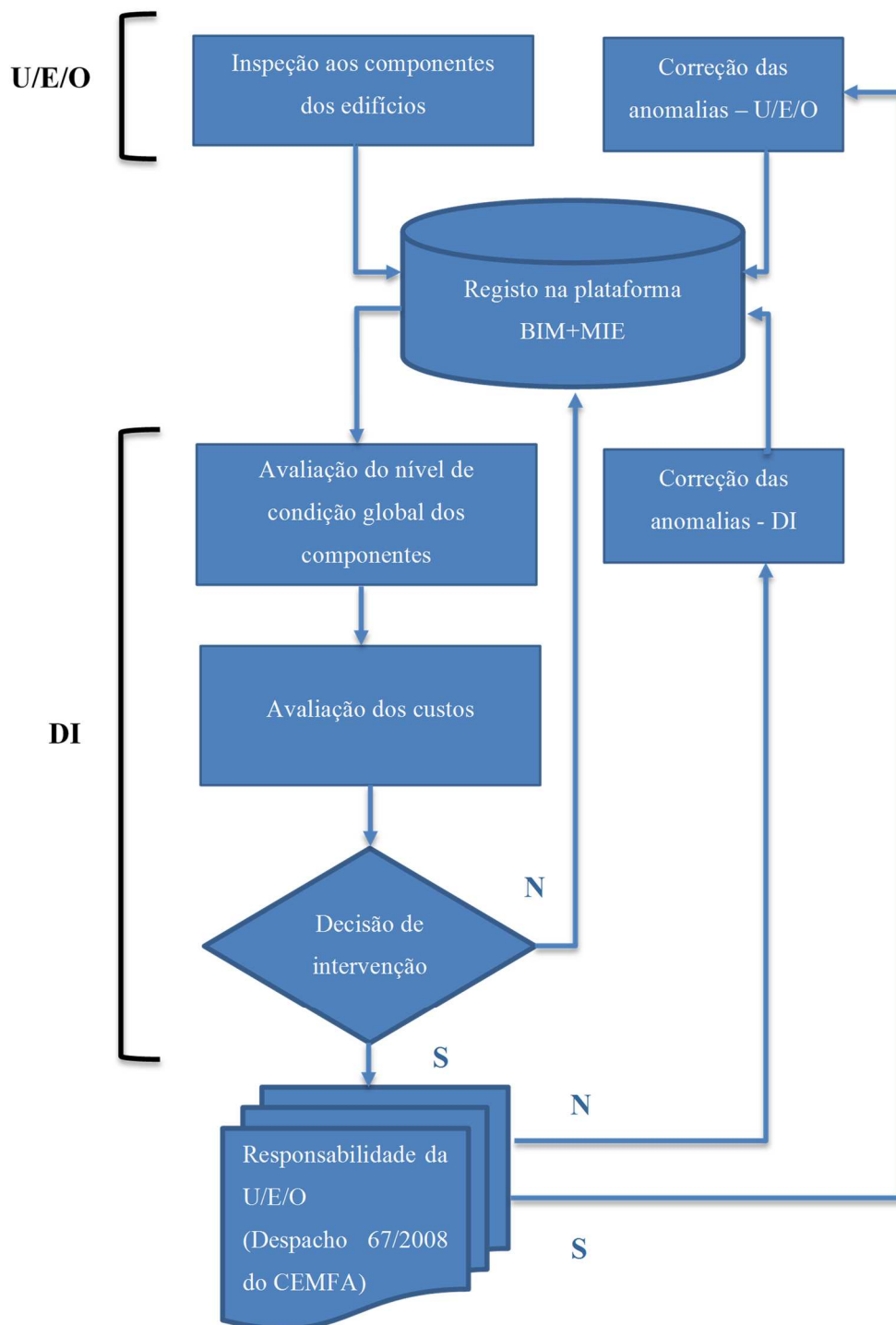


Figura 14 - Fluxograma de comunicação entre a DI e as U/E/O
Fonte: Autor (2020).

Das entrevistas realizadas e da bibliografia consultada, não foi possível obter um custo estimado para a implementação da metodologia na GM, contudo, apresenta-se no Apêndice I, a título exemplificativo, os custos do projeto-piloto para implementação de BIM na elaboração e gestão de projetos da DI.



4.2.1. Síntese conclusiva e resposta à PD2

Para responder à PD2 analisou-se a sua implementação nos vetores da recetividade dos recursos humanos e dos decisores, do contributo da metodologia para o cumprimento das normas em vigor e da sua integração organizacional e constatou-se que:

- De acordo com 89% dos entrevistados:
 - Os recursos humanos da DI estão recetivos à implementação de BIM;
 - Os decisores da FA estão recetivos à implementação de BIM;
 - BIM contribui para o cumprimento do determinado no ponto 1 do Despacho n.º 67/2008 do CEMFA.
- De acordo com 100% dos entrevistados:
 - BIM deve ser implementada na DI, como órgão competente pela gestão, e em todas as U/E/O, enquanto entidades responsáveis pela execução das ações de manutenção.
- A tecnologia existente no mercado permite a comunicação entre as plataformas locais de operação (U/E/O) e os modelos BIM dos edifícios (DI).

O estudo efetuado e os resultados obtidos, relativamente aos vetores supramencionados, permitiram concretizar uma proposta de implementação de BIM para a GM dos edifícios da FA e, deste modo, responder à PD2.

4.3. A metodologia BIM no apoio à GM dos edifícios da FA e resposta à PP

A resposta à PP assenta na avaliação de BIM como meio de planeamento, controlo, supervisão da manutenção e de melhoria de métodos na FA, pelo que apoia a GM dos edifícios da FA, do seguinte modo:

- Constituindo um cadastro da informação gráfica e não gráfica do edificado;
- Centralizando, num único órgão gestor, a informação relativa à manutenção, permitindo o controlo, monitorização e validação das ações realizadas pelas U/E/O;
- Dinamizando a comunicação e o trabalho colaborativo entre a DI e as U/E/O;
- Gerando informação inteligente, passível de ser parametrizada;
- Diminuindo o tempo de consulta da informação;
- Facilitando a visualização e interpretação integrada da informação;
- Permitindo o planeamento de ações de manutenção para cada edifício;
- Facilitando os processos de definição de prioridades e de decisão sustentados em informação consistente e coerente;



- Traduzindo processos de trabalho e procedimentos organizados e sistematizados;
- Permitindo a otimização de recursos humanos, técnicos e financeiros;
- Recolhendo a receptividade, quer dos técnicos, quer dos decisores militares;
- Contribuindo para o cumprimento dos normativos em vigor nesta matéria;
- Permitindo, tecnicamente, a sua implementação na FA, em diferentes níveis, na DI, na IGFA e nas U/E/O, ajustada às necessidades e responsabilidades;
- Constituindo uma metodologia de trabalho inovadora, tecnologicamente avançada, em linha com os objetivos estratégicos e operacionais da FA.

Deste modo, julga-se identificadas as principais características e potencialidades da metodologia BIM no apoio à GM dos edifícios da FA, respondendo deste modo à PP.



5. Conclusões

A FA opera e mantém um vasto património imóvel, tanto valioso como crítico para o cumprimento da missão atribuída a este ramo das FFAA, procurando satisfazer as necessidades dos recursos humanos e dos sistemas de armas. Este património é constituído por 2.980 edificações, entre hangares, edifícios, armazéns, depósitos e radares, dispersos pelo território nacional.

A gestão deste património, bem como a direção do projeto, construção, recuperação e conservação das infraestruturas é da responsabilidade da DI, enquanto que a execução das ações preventivas e corretivas destinadas à sua manutenção em condições de cumprir a função, encontra-se a cargo das U/E/O, em coordenação com a DI.

Apesar da definição das “*roles and responsibilities*” para a manutenção dos edifícios da FA, não existe uma plena e clara implementação das atividades de gestão e de execução, materializadas em objetivos, estratégia e meios para o planeamento, controlo, supervisão e melhoria dos métodos de trabalho, incluindo os aspetos económicos.

As consequências daí resultantes consistem, por um lado, na degradação precoce dos edifícios e, por outro, em manutenções de natureza inopinada e corretiva baseadas em tomadas de decisão não holísticas e não fundamentadas.

Tendo em vista a resolução do problema de investigação definiu-se a seguinte PP:
Como poderá a metodologia BIM apoiar a GM dos edifícios da FA?

Por sua vez, a PP é alicerçada nos seguintes objetivos:

- OG: *avaliar a viabilidade de implementação da metodologia BIM na GM dos edifícios da FA;*
- OE 1: *analisar se a metodologia BIM se adequa à GM dos edifícios da FA;*
- OE 2: *criar uma proposta de implementação da metodologia BIM na GM dos edifícios da FA.*

O capítulo relativo ao enquadramento teórico e concetual descreveu a metodologia BIM como sendo o mais auspicioso desenvolvimento na indústria da AEC que, recorrendo a modelação paramétrica orientada por objetos, permite a representação digital das características físicas e funcionais de um edifício, servindo como um recurso de geração, atualização e partilha colaborativa de informação da construção e uma base de dados organizada, acessível e confiável para decisões, durante todo o CDV de um edifício.

A complexidade das edificações, a sua dimensão e exigências funcionais do setor da construção foram alguns dos fatores que contribuíram para o aparecimento desta



metodologia que representa, atualmente, uma resposta à necessidade de interação e comunicação, eficaz e eficiente, entre todos os *stakeholders*. Deste modo, constitui uma mudança de paradigma que está a introduzir uma nova forma de construir e de comunicar na indústria AEC.

A metodologia BIM pode ser utilizada em várias dimensões, associadas às fases do CDV dos edifícios, tendo-se destacado, no âmbito deste trabalho, a sua aplicação na dimensão 7D, ou seja, na fase de operação e manutenção dos edifícios e a identificação dos diversos *softwares* desenvolvidos para o efeito. Em Portugal, a utilização de BIM na GM já se iniciou, materializada pela entrega, aos gestores, dos modelos BIM *as-built* dos edifícios, seja para efeitos de ensaio de investigação, no caso da Parque Escolar, seja para implementação concreta, no caso do Aeroporto de Faro, da sede da EDP e no Hospital da Luz. Encontra-se, ainda, planeada a sua aplicação, em outras infraestruturas de relevo, como a *Infinity Tower*, em Lisboa e no Aeroporto Complementar de Lisboa.

A partir do enquadramento teórico e concetual apresentado, definiu-se o modelo de análise para a investigação, tendo-se dividido a PP em duas PD que permitiram identificar os conceitos, que, por sua vez foram desconstruídos em dimensões e indicadores que serviram de base ao instrumento de recolha de dados.

Em termos metodológicos, a investigação encerrou as fases exploratória, analítica e conclusiva e assentou num raciocínio indutivo, utilizando uma estratégia de investigação do tipo qualitativa e o Estudo de Caso como desenho de pesquisa. A fase exploratória desenvolveu-se através de revisão de literatura e entrevistas exploratórias que permitiram identificar o “Estado da Arte” e definir o enquadramento e o quadro teórico e concetual sobre o qual se sustentou esta investigação. Para a concretização da fase analítica foram entrevistados especialistas com vasta experiência profissional, formativa e reconhecida competência na área de BIM e militares da FA, selecionados pelas relevantes funções de chefia ou de direção na DI e pelo reconhecido conhecimento nos processos de GM.

No capítulo da apresentação dos dados e discussão, realizou-se uma análise dos resultados e respondeu-se às perguntas de investigação derivadas e de partida.

Assim, analisou-se os processos de GM dos edifícios da FA, tendo-se identificado que existe um conjunto de normas, sistemas de informação e bases de dados não integrados entre si, com destaque para o SIINFRAS e para a sua plataforma substituta PLUS-MIE.

A centralização da GM na DI, operada com ferramentas que garantam a integração, otimização e automatização da informação e o trabalho colaborativo entre o órgão gestor



(DI) e as entidades responsáveis pela execução das ações de manutenção (U/E/O), são condições decisivas para colmatar as lacunas existentes. Tendo em vista a obtenção deste desiderato, a DI pretende desenvolver os módulos “Manutenção Base” e “Gestão de Infraestruturas e Equipamentos”, integrados na plataforma PLUS-MIE.

No que diz respeito à adequabilidade da metodologia BIM à GM dos edifícios da FA foi possível responder, de forma sustentada, à PD1: “*A metodologia BIM adequa-se à GM dos edifícios da FA?*” e alcançar o OE1: “*Analisar se a metodologia BIM se adequa à GM dos edifícios da FA*”.

A integração da informação relativa a todos os componentes de um edifício, em objetos paramétricos tridimensionais num modelo BIM, permite concentrar a informação num único cadastro e visualizar/interpretar a mesma, de uma forma sistematizada, expedita e facilitada, constituindo um apoio para a tomada de decisão financeira e técnica.

Por sua vez, a associação de PMP aos objetos do modelo contribui para as atividades de GM, para a definição de prioridades e garante o controlo, monitorização e validação das ações de manutenção.

O registo e associação, aos objetos, de fichas de inspeção, diagnóstico e reparação com as ações de manutenção preventiva e corretiva realizadas permite, entre outras potencialidades, retirar conclusões acerca do desempenho e adequabilidade das soluções construtivas adotadas.

Relativamente à criação de uma proposta de implementação da metodologia BIM para GM dos edifícios da FA foi possível responder, de forma sustentada, à PD2: “*Como se pode implementar BIM na GM dos edifícios da FA?*” e alcançar o OE2: “*Criar uma proposta de implementação da metodologia BIM na GM dos edifícios da FA*”.

Na resposta esta pergunta, analisou-se a receptividade dos recursos humanos e dos decisores, concluindo que esta existe, apesar da inerente resistência inicial à mudança. A estas constatações soma-se, no caso dos primeiros, a fase de adaptação à metodologia de trabalho e, no caso dos segundos, a perceção desfavorável relativamente ao investimento associado à implementação.

Concluiu-se, ainda, que a metodologia BIM contribui para o cumprimento do determinado no ponto 1 do Despacho n.º 67/2008 do CEMFA e que esta deve ser implementada na DI, enquanto órgão gestor, nas U/E/O, enquanto entidades executantes e na IGFA, numa ótica de consulta da informação para a gestão de anomalias, tendo como



suporte plataformas de comunicação *online* que permitem um trabalho colaborativo, integrado e sistemático.

Deste modo, encontram-se respondidas as duas PD e conclui-se que é possível responder à PP que orientou esta investigação: “*Como poderá a metodologia BIM apoiar a GM dos edifícios da FA?*” e alcançar o OG: “*Avaliar a viabilidade de implementação da metodologia BIM na GM dos edifícios da FA*”.

A metodologia BIM apoia a GM dos edifícios da FA, traduzindo-se em:

- Centralização da informação e gestão assente na fiabilidade, agilidade e disponibilidade;
- Processos de trabalho e procedimentos mais organizados e sistematizados;
- Planeamento, controlo, monitorização e validação das ações de manutenção realizadas pelas U/E/O, mais eficaz e eficiente;
- Colaboração incrementada entre os vários *stakeholders* envolvidos;
- Atribuição de recursos humanos, técnicos e financeiros otimizada;
- Decisões de investimento mais racionais e fundamentadas;
- Recetividade, quer dos técnicos, quer dos decisores militares;
- Contribuição para o cumprimento dos normativos em vigor nesta matéria;
- Implementação na FA, em diferentes níveis, na DI, na IGFA e nas U/E/O, de acordo com as necessidades e responsabilidades;
- Metodologia de trabalho inovadora, tecnologicamente avançada, em linha com os objetivos estratégicos e operacionais da FA.

Contudo, a utilização de BIM na GM dos edifícios da FA apresenta reservas associadas à dimensão significativa do parque edificado da FA que poderá acarretar dificuldades relacionadas com:

- Análises globais nos processos de decisão de investimento;
- Morosidade no levantamento e modelação dos edifícios existentes.

Esta situação pode limitar a utilização de BIM, a curto prazo, apenas a edifícios de grandes dimensões (conjunto edificado do EMFA e do HFAR) e a construções novas, decorrentes da Reorganização do Dispositivo da FA e da aquisição do novo Sistema de Armas KC-390.

Em termos de contributos para o conhecimento, esta investigação permitiu:

- Atualizar o estado da arte da GM dos edifícios da FA e identificar as lacunas;



- Constatar que existe uma preocupação dos vários níveis hierárquicos relativamente à GM e que se prevê o desenvolvimento da plataforma informática PLUS-MIE com o objetivo de colmatar as lacunas;
- Explorar a aplicação da metodologia e ferramentas informáticas BIM na GM dos edifícios da FA.

O desenvolvimento deste trabalho apresenta como limitações:

- A composição da amostra limitada a nove entrevistados da FA, três docentes universitários e quatro profissionais da indústria AEC;
- Não se conhecer o processo de comunicação entre a BIM e a PLUS - MIE;
- Não quantificação económica e análise custo/benefício.

Face ao exposto, a presente investigação permite o desenvolvimento de estudos futuros, nomeadamente:

- Análise custo-benefício da implementação de BIM na GM;
- Formulação de PMP para introdução nos modelos digitais dos edifícios;
- Formulação de matrizes de correlação entre anomalias, causas e técnicas de inspeção, diagnóstico e reparação;
- Análise dos indicadores de desempenho da manutenção - *key performance indicators* (KPI) aplicáveis.

Tendo em vista a implementação de BIM na GM dos edifícios da FA, recomenda-se que:

O CLAFA/DI:

- Avalie os vários *softwares* existentes no mercado e identifique, técnica e economicamente, o mais vantajoso;
- Identifique os requisitos de *hardware* necessários;
- Identifique as necessidades de formação dos técnicos, da DI (operação com modelos BIM) e das U/E/O (operação com plataformas de manutenção);
- Determine os custos associados à aquisição de *software*, *hardware* e de formação, na ótica da GM;
- Avaliar eventuais necessidades de redistribuição e/ou reforço de recursos humanos e de alteração de processos internos;
- Proceda, na fase de projeto, à criação de modelos BIM para todas as construções novas e grandes reparações e, na fase de obra, à obtenção dos modelos BIM *as-built*, necessários à fase de utilização e manutenção;



- Proceda, nos restantes edifícios, ao seu levantamento digital, de forma gradual e ajustada às necessidades e disponibilidade de recursos humanos e materiais, para paulatinamente integrar o parque edificado da FA.

O CLAFA/DCSI:

- Desenvolvimento da conexão informática para a comunicação entre a BIM e a PLUS - MIE;
- Proceda à aquisição do *hardware* adequado à satisfação dos requisitos a identificar pela DI;
- Apoie a DI, de forma estreita, no processo de implementação da metodologia BIM, dada a sua competência em matéria de sistemas de informação.

A AFA:

- Integre nos programas de cursos para as especialidades de Engenheiros de Aeródromos (ENGAED) e Técnicos de Manutenção de Infraestruturas (TMI), um módulo introdutório à metodologia BIM, na ótica da modelação paramétrica.

O CPESFA/CFMTFA:

- Integre nos programas de cursos para a especialidade de Conservação e Manutenção de Infraestruturas (CMI), um módulo introdutório à metodologia BIM, na ótica da operação de plataformas para manutenção.

O EMFA/DIVPLAN:

- Integre a formação complementar avançada em BIM para GM de elementos ENGAED, TMI e CMI, no Plano de Cursos Nacional (PCN).

“CAD ajuda pessoas a desenhar, BIM ajuda pessoas a construir.”

Richard Saxon (cit. por Azenha, Lino e Caires, 2018a, p. 11)



6. Referências Bibliográficas

- Advenser. (s.d). *Building Information Modeling Services* [Página online]. Retirado de <https://www.advenser.ae/bim-services/>.
- American Institute of Architects. (2013). *G202 - 2013 Project Building Information Modeling Protocol* [versão PDF]. Retirado de <https://www.aiacontracts.org/contract-documents/19016-project-bim-protocol>.
- Araújo, L.C.N. (2016). *Caracterização de uma biblioteca de paredes na metodologia BIM* (Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil). Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- ASBEA. (2017). *Guia para Arquitetos na aplicação da norma de desempenho ABNT NBR 15.575*. Retirado de <https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2017/02/Guia-Para-Arquitetos-na-Aplicacao-da-Norma-de-Desempenho.pdf>
- Aspenhillsconsulting. (2020). *Model Based Facilities Management* [Página online]. Retirado de <https://www.aspenhillsconsulting.com/services/modelbasedfacilitiesmanagement.php>
- Autodesk. (2020). Revit [Página online]. Retirado de <https://www.autodesk.pt/products/revit/overview>.
- Azenha, M., Lino, J.C., & Caires, B. (2018a). *Introdução ao BIM* (Curso BIM 8ª Ed.). Ordem dos Engenheiros, Lisboa.
- Azenha, M., Lino, J.C., & Caires, B. (2018b). *Modelação paramétrica e projeto digital* (Curso BIM 8ª Ed.). Ordem dos Engenheiros, Lisboa.
- Azenha, M., Lino, J.C., & Caires, B. (2018c). *Interoperabilidade* (Curso BIM 8ª Ed.). Ordem dos Engenheiros, Lisboa.
- BIM. (2015, 12 de outubro). *BIM do 3D ao 7D* [Página online]. Retirado de <https://hashtagbim.wordpress.com/tag/o-que-e-bim/>.
- BIM Forum. (2019). *Level of Development Specification* [Página online]. Retirado de <https://bimforum.org/lod/>.
- BIM Level 2. (s.d.). *British Standards and Publicly Available Specifications (PAS) from BSI* [Página online]. Retirado de <https://bim-level2.org/en/standards/>.
- buildingSMART International. (2020). What We Do [Página online]. Retirado de <https://www.buildingsmart.org/about/what-we-do/>.



- Chai, C.V.V.C. (2011). *Previsão da vida útil de revestimentos de superfícies pintadas em paredes exteriores* (Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil). Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Chefe do Estado-Maior da Força Aérea. (2008). *Despacho n.º 67/2008 – Programa de Obras nas Unidades, Estabelecimentos e Órgãos da Força Aérea*. Alfragide: Força Aérea.
- Chefe do Estado-Maior da Força Aérea. (2019). *Diretiva n.º 08/19 CEMFA – Planeamento Estratégico da Força Aérea 2019/2022*. Alfragide: Força Aérea.
- Conselho de Chefes de Estado-Maior. (2014). *Conceito Estratégico Militar*. Retirado de https://www.fd.unl.pt/docentes_docs/ma/FPG_MA_27255.pdf.
- CT197 - BIM. (2019). CEN/TC 442. Retirado de <http://www.ct197.pt/index.php/homepage/cen-tc442>.
- Creswell, J.W. (2013). *Qualitative inquiry & research design: choosing among five approaches*. 3.ª ed. Los Angeles: Sage.
- Data Design System. (2019). *Open BIM und IFC* [Página online]. Retirado de <https://www.dds-cad.de/produkte/ihr-mehrwert/open-bim-und-ifc/>.
- Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro (2008). *Regime jurídico da segurança contra incêndios em edifícios*. Diário da República, 1.ª Série, 220, 7903-7922. Lisboa: Ministério da Administração Interna.
- Decreto-Lei n.º 273/2003, de 29 de outubro (2003). *Revisão da regulamentação das condições de segurança e de saúde no trabalho em estaleiros temporários ou móveis*. Diário da República, 1.ª Série, 251, 7199-7211. Lisboa: Ministério da Segurança Social e do Trabalho.
- Dias, E.J.M. (2017). *Implementação de um modelo de inspeção dos imóveis da Força Aérea* (Trabalho de investigação individual no Curso de Promoção a Oficial Superior 2016/17). Instituto Universitário Militar.
- Direção de Infraestruturas. (2012). *Caracterização das Infraestruturas da Força Aérea*. Alfragide: Força Aérea.
- Direção de Infraestruturas. (2013). *Diretiva DI N.º 1/2013 - Inventariação de Intervenções em Infraestruturas da Força Aérea*. Alfragide: Força Aérea.
- Direção de Infraestruturas. (2015). *SIINFRAS – Evolução Aplicacional* (Informação). Alfragide: Força Aérea.
- Direção de Infraestruturas. (2019, fevereiro). *MIE – Módulo de Infraestruturas e Equipamentos*. Força Aérea, Alfragide.



- Direção de Infraestruturas. (2019). *Implementação de Tecnologias Building Information Modelling (BIM) – Projeto-Piloto* (Informação). Alfragide: Força Aérea.
- Direção-Geral do Território. (2018, 05 de junho). *Cadastro* [Página online]. Retirado de <http://www.dgterritorio.pt/cadastro/>.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook – A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (2.^a ed.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Engenharia Digital. (2017, 20 de outubro). *LOD – Level of Development para Projetos BIM* [Página online]. Retirado de <https://engenhariadigital.com/lo-d-level-of-development-para-projetos-bim/>.
- Evolve. (s.d.). *LOD = LoD + LoI* [Página online]. Retirado de <https://evolve->
- Freixo, M. J. V. (2011). *Metodologia científica: fundamentos, métodos e técnicas* (3.^a ed.). Lisboa: Instituto Piaget.
- Garrido, M.A.J. (2010). *Previsão da vida útil de pinturas de fachadas de edifícios antigos. Metodologia baseada na inspeção de edifícios em serviço* (Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil). Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Gomes, B. (2018, 1 de julho). Inventário e cadastro. O património afeto à Força Aérea Portuguesa. *Revista Mais Alto*, ano LVI, número especial 1, 20-21.
- Gomes, C.A.S. (2015). *Guia de implementação BIM em organizações e projetos* (Relatório de estágio para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil – Ramo de estruturas). Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.
- Gonçalves, D.F.G. (2014). *Gestão da manutenção em edifícios: modelos para uma abordagem LARG (Lean, Agile, Resilient e Green)* (Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Industrial). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Governo de Portugal. (2013a). *Conceito Estratégico de Defesa Nacional*. Retirado de <https://dre.pt/application/conteudo/259967>.
- Governo de Portugal. (2013b). *Reforma “Defesa 2020”*. Retirado de <https://dre.pt/application/file/a/260308>.
- Instituto Português da Qualidade. (2020, 11 de março). *A Importância da Normalização* [Página online]. Retirado de http://www1.ipq.pt/pt/normalizacao/a_importancia_da_normalizacao/Pages/A-Importancia-da-Normalizacao.aspx.



- Lopes, F.R.S. (2019). *Implementação de sistema de controlo de gestão e apoio à decisão na Direção de Infraestruturas da Força Aérea* (Trabalho de investigação individual no Curso de Promoção a Oficial Superior 2018/19, 1.^a Edição). Instituto Universitário Militar.
- Lopes, N.M.S. (2019). *Estudo da metodologia BIM (building information modelling) como ferramenta de apoio à gestão de projetos na Direção de Infraestruturas da Força Aérea* (Trabalho de investigação individual no Curso de Promoção a Oficial Superior 2018/19, 2.^a Edição). Instituto Universitário Militar.
- McAuley, B., Hore, A. & West, R. (2017). BICP Global BIM Study - Lessons for Ireland's BIM Programme. *Construction IT Alliance (CitA)*, p. 6. doi: 10.21427/D7M049.
- Moser, K. (1999, junho). *Towards the practical evaluation of service life - illustrative application of the probabilistic approach*. Paper apresentado na *8th International Conference on the Durability of Building Materials and Components*, Vancouver. Retirado de https://www.researchgate.net/publication/285805593_Towards_the_practical_evaluation_of_service_life_-_Illustrative_application_of_the_probabilistic_approach.
- National Building Information Modeling Standard (2007). *Version 1 – Part 1: overview, principles, and methodologies*. Estados Unidos da América: National Institute of Building Sciences.
- NP EN 13306. (2007). *Terminologia da manutenção*. Caparica: Instituto Português da Qualidade.
- PAS 1192-3. (2014). *Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling*. Londres: British Standards Institution.
- PAS 1192-2. (2013). *Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling*. Londres: British Standards Institution.
- Pereira, J.B.P. (2008). *Patologias em edifícios* (Trabalho de investigação individual do Curso de Promoção a Oficial Superior 2007/08). Instituto de Estudos Superiores Militares, Lisboa.
- Pontes, J.M.P.C.J. (2016). *Modelo de maturidade BIM para a indústria nacional. Avaliação, planeamento e ação* (Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Construção). Instituto Superior Técnico, Lisboa.



- Quivy, R., & Campenhoudt, L. V. (2003). *Manual de investigação em ciências sociais* (3.^a ed.). Lisboa: Gradiva.
- Ramos, R.J.S.C. (2016). *Previsão da vida útil de revestimentos exteriores de coberturas inclinadas. Aplicação em telhas cerâmicas* (Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Construção e Reabilitação). Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- Ramos, R., Silva, A., Brito, J., & Gaspar, P.L. (2018, 30 de março). Methodology for the service life prediction of ceramic claddings in pitched roofs. *Construction and Building Materials*, 166, 386-399. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.01.111>.
- Santos, L.A.B., & Lima, J.M.M (Coord.) (2019). *Orientações metodológicas para a elaboração de trabalhos de investigação* (2.^a ed., revista e atualizada). Cadernos do IUM, 8. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Shohet, I.M., & Paciuk, M. (2004). Service life prediction of exterior cladding components under standard conditions. *Construction Management and Economics*, 22(10), 1081-1090, doi: 10.1080/0144619042000213274.
- Taborda, P., & Cachadinha, N. (2012, dezembro). *BIM nas obras públicas em Portugal: condicionantes para uma implementação com sucesso*. Paper apresentado no 4.^o Congresso Nacional Construção 2012, Coimbra. Retirado de <https://pdfs.semanticscholar.org/1794/ddabfb29b279a97f1dc287d140f6e520b146.pdf>
- Taborda, R., Brito, J., Gaspar, P. & Silva, A. (2010). Abordagem a um modelo de previsão da vida útil de revestimentos cerâmicos aderentes. *Teoria e Prática na Engenharia Civil*, 16, pp. 55-69. Retirado de http://www.editoradunas.com.br/revistatpec/Art6_N16.pdf
- Veloso, J.J.C.B. (2012). *Análise prospetiva à adequabilidade das infraestruturas militares face aos novos meios e sistemas de armas dos ramos*. (Trabalho de investigação individual do Curso de Promoção a Oficial General 2011/12). Instituto de Estudos Superiores Militares.
- Venâncio, M.J.L. (2015). *Avaliação da implementação de BIM – building information modeling em Portugal* (Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do Grau de Mestre em Engenharia Civil – Especialização em Construções Cíveis). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Vilelas, J. (2009). *Investigação - O processo de construção do conhecimento*. Lisboa: Edições Sílabo.



Apêndice A – Dimensões BIM do 3D ao 7D

A metodologia BIM adquire diferentes níveis de informação, designados de dimensões que, segundo Sampaio (*op. cit.*) e Venâncio (2015, p. 10), são as seguintes:

- **BIM 3D:** modelo tridimensional paramétrico criado na primeira fase de um projeto, que “permite uma visualização muito próxima do real, havendo *software* que facilita a navegação dentro do modelo, com a integração de várias especialidades. Nesta fase, destaca-se a melhoria evidente de comunicação entre os projetistas e o dono de obra”;
- **BIM 4D:** consiste no nível de desenvolvimento 3D adicionado da variável tempo, que “permite criar e visualizar cronogramas de obra, simulando e adaptando às necessidades de cada projeto e agilizando o desenvolvimento da mesma”;
- **BIM 5D:** neste nível de desenvolvimento e aplicação, o modelo inclui toda a informação relacionada com custos, o que “possibilita obter diferentes simulações, antes de iniciar a obra, estudando adaptações ou alterações de materiais que permitam conduzir a um maior rigor no controlo dos custos e, consequentemente evitar derrapagens nos orçamentos de obra”;
- **BIM 6D:** este nível de aplicação refere-se à sustentabilidade do edifício, associada às preocupações com o ambiente, em que o modelo “permite diferentes análises, como o consumo de energia, emissões associadas e a certificação de edifícios verdes”.
- **BIM 7D:** um modelo com este nível, tem aplicação na gestão e manutenção de edifícios ou outras construções que “deve conter informações sobre fabricantes, fornecedores, referências e garantias de equipamentos, entre outros aspetos mais específicos e que espelhem o que realmente foi construído”.



Apêndice B - Níveis de maturidade BIM

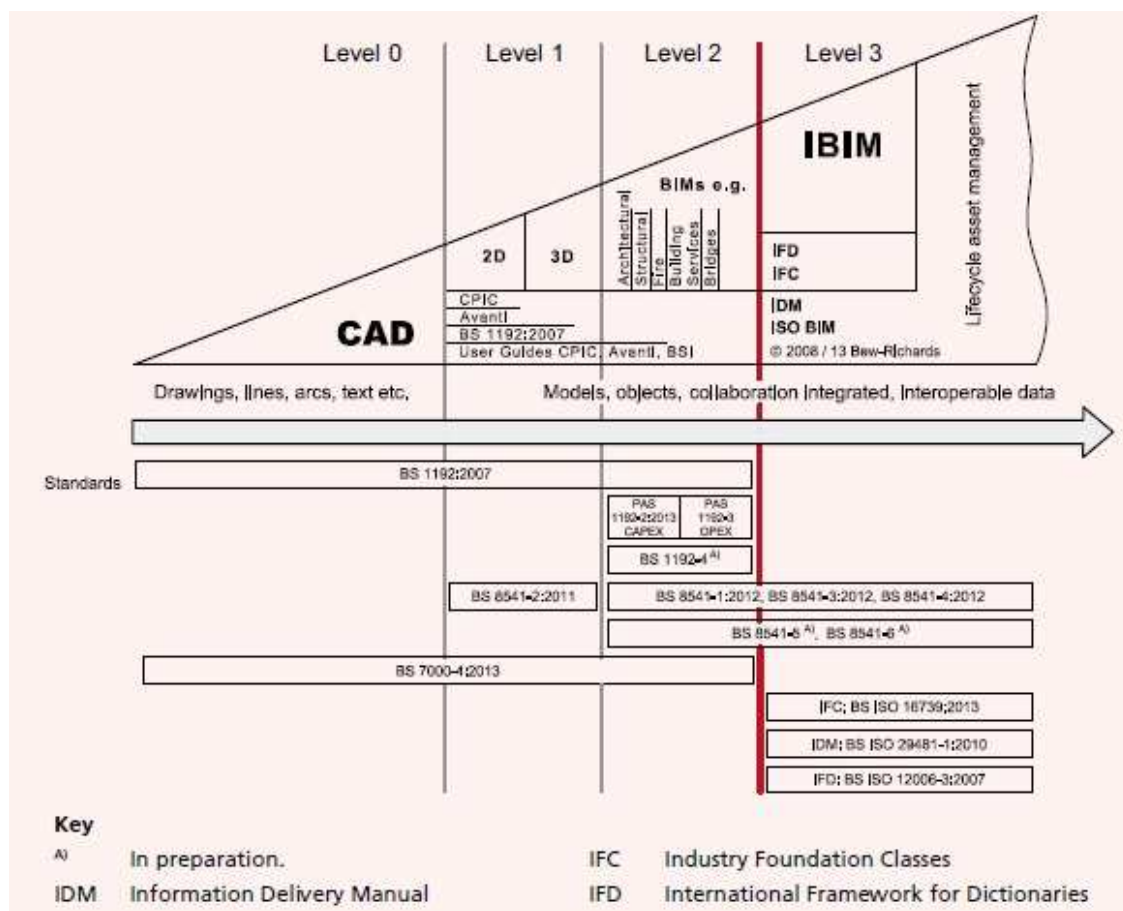


Figura 15 - Níveis de maturidade BIM
Fonte: Adaptado a partir de PAS 1192-3 (2014, p. viii).

De acordo com PAS 1192-3 (2014, p. viii) e Azenha, Lino e Caires (2018a, p. 63), os níveis de maturidade caracterizam-se por:

Nível 0 – corresponde à metodologia tradicional de utilização do formato 2D, tipicamente partilhado em papel, com recurso a fontes de informação dispersas;

Nível 1 – corresponde à metodologia tradicional CAD (2D e 3D), com partilha de ficheiros gerida por normalização e com ferramentas de colaboração e troca de dados;






Nível 2 – corresponde à metodologia BIM na dimensão 3D, integrando diferentes especialidades de projeto, havendo partilha de informação e um ambiente colaborativo. Este nível pode incluir as dimensões 4D e 5D;

Nível 3 – corresponde à utilização de todas as dimensões BIM (3D a 7D), num modelo único e integrado em que a informação é criada e partilhada entre todos os intervenientes, de forma interoperável e colaborativa.



Apêndice C - *Level of development* (LOD)

Quadro 2 - *Level of development* (LOD)




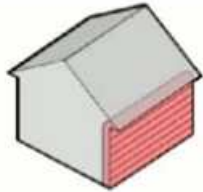

<p>LOD 100</p> <p>Fase de projeto conceitual, na qual o modelo consiste em volumes e orientação do edifício, permitindo estimativas iniciais de custos e desempenho energético.</p>	
<p>LOD 200</p> <p>Fase de projeto esquemático, na qual o modelo possui aproximações de dimensões, formas, quantidades, localização e orientação de objetos. O modelo permite a análise de critérios de desempenho.</p>	
<p>LOD 300</p> <p>Modelo possui definições de dimensões, formas, quantidades, localização e orientação de objetos, o que permite a elaboração de desenhos de construção e simulações detalhadas dos componentes e sistemas.</p>	
<p>LOD 400</p> <p>Modelo suficientemente desenvolvido para fabrico e montagem, já adequado a fabricantes e empreiteiros, contendo informação precisa sobre dimensões, formas, quantidades, localização e processos construtivos.</p>	
<p>LOD 500</p> <p>Modelo representativo do que foi executado em obra (<i>as-built</i>), para utilização na fase de operação e manutenção do edifício.</p>	

Fonte: Adaptado a partir de AIA (2013), Engenharia Digital (2017) e Azenha, Lino e Caires (2018b, pp. 42-44).

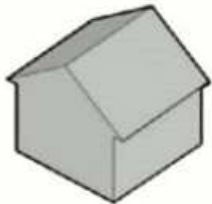



Apêndice D - *Level of definition*

Quadro 3 - *Level of definition*

<p>1 - BRIEF</p> <p>Modelo sumário com definição dos requisitos de desempenho e constrangimentos.</p>	
<p>2 – CONCEPT</p> <p>Modelo que integra a intenção de design e requisitos de desempenho. O modelo pode ser usado para o desenvolvimento, análise e coordenação iniciais. O conteúdo do mesmo não é fixo e pode ser sujeito a novos desenvolvimentos. O modelo pode ser usado para fins de coordenação, faseamento e estimativas.</p>	
<p>3 – DEFINITION</p> <p>Modelo dimensionalmente correto e coordenado que dá resposta às intenções de design e a algumas informações de desempenho, que podem ser usadas para analisar, desenvolver e elaborar o contrato inicial. Este modelo pode ser usado para fins de coordenação, faseamento e estimativas, incluindo uma primeira definição do preço máximo a pagar.</p>	
<p>4 – DESIGN</p> <p>Modelo dimensionalmente correto e coordenado que pode ser usado para verificar a conformidade dos requisitos regulamentares. Este pode ser usado com ponto de partida para a incorporação de modelos de design de contratados especialistas. O mesmo pode incluir informação que pode ser usada para fins de fabrico, coordenação, faseamento e estimativas, incluindo a definição do preço máximo a pagar.</p>	
<p>5 – BUILD AND COMMISSION</p> <p>Modelo preciso do objeto antes e durante a construção, que incorpora modelos para subcontratação especializada e atributos associados. Este pode ser usado para faseamento da instalação e incorporação da informação relativa ao que foi executado.</p>	



<p>6 – HANDOVER AND CLOSE-OUT</p> <p>Registo preciso do executado à data da entrega, incluindo a informação necessária à operação e manutenção.</p>	
<p>7 – OPERATION AND IN-USE</p> <p>Registo atualizado do objeto num determinado momento, que deverá incorporar as alterações significativas executadas desde a data da entrega do objeto, incluindo os dados e condições de desempenho e toda a informação necessária à operação e manutenção.</p>	

Fonte: Adaptado a partir de PAS 1192-2 (2013), Evolve (s.d.) e Azenha, Lino e Caires (2018b, p. 49-50).



Apêndice E - Implementação internacional de BIM

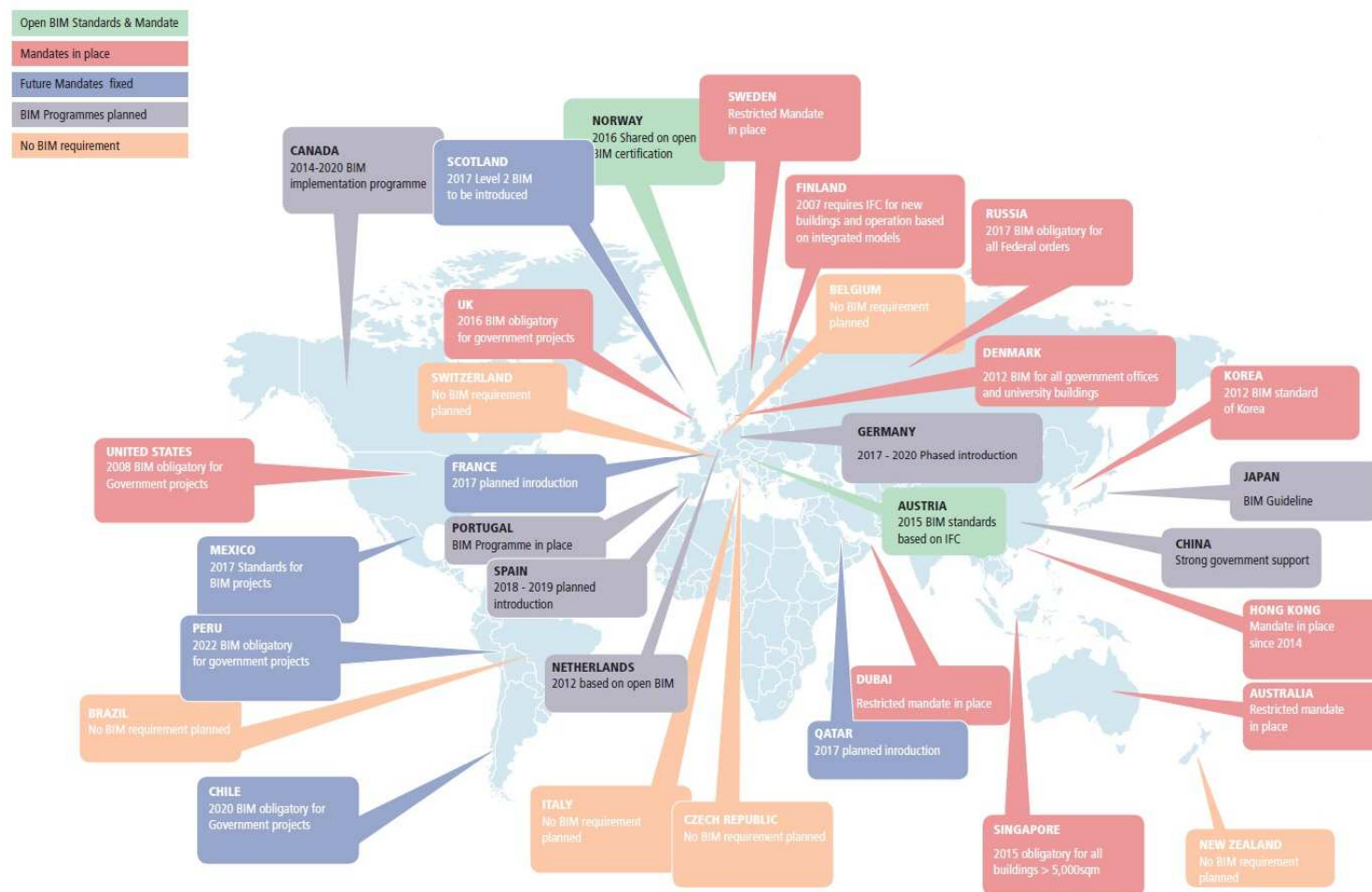


Figura 16 - Implementação internacional de BIM
Fonte: Disponível em McAuley, Hore e West (2017, p. 6).



Apêndice F - Modelo de análise

Quadro 4 - Modelo de análise

Tema	Implementação de Modelos de Informação do Edificado na Gestão da Manutenção dos Edifícios da Força Aérea				
Objetivo Geral	Avaliar a viabilidade de implementação da metodologia BIM na GM dos edifícios da FA				
Objetivos Específicos	Pergunta de Partida	Como poderá a metodologia BIM apoiar a GM dos edifícios da FA?			
	Perguntas Derivadas	Conceitos	Dimensões	Indicadores	Técnicas de recolha de dados
OE1 Analisar se a metodologia BIM se adequa à GM dos edifícios da FA.	PD1 A metodologia BIM adequa-se à GM dos edifícios da FA?	Adequabilidade	Processos	Instrumentos	Entrevistas semiestruturadas
				Métodos	
			Tecnologia	Atributos	
				Objetivos	
				Interoperabilidade	
				Modelação	
			Informação	Planos de manutenção preventiva	
				Visualização da informação	
				Registo da informação	
				Integração da informação	
OE2 Criar uma proposta de implementação da metodologia BIM na GM dos edifícios da FA.	PD2 Como se pode implementar a metodologia BIM na GM dos edifícios da FA?	Implementação	Cultura Organizacional	Efeitos	
				Vantagens	
				Despacho n.º 67/2008 do CEMFA	
				Recetividade do escalão superior	
				Recetividade dos técnicos	
			Integração Organizacional	U/E/O	



Apêndice G - Entrevistas a especialistas em BIM

Quadro 5 - Lista de especialistas em BIM

Entrevistado	Nome	Função	Data
A	Prof. Dr. Miguel Azenha	Professor Auxiliar no Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho. Responsável pela unidade curricular “BIM na Engenharia Civil: Projeto e Construção”.	07NOV2019
B	Prof. ^a Dr. ^a Alcínia Sampaio	Professora Auxiliar no Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura do Instituto Superior Técnico e perita em BIM.	21NOV2019
C	Prof. Dr. João Martins	Professor Auxiliar no Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Doutoramento na área do BIM.	09NOV2019
D	Arq. José Ribeiro	Coordenador do Núcleo de Arquitetura e Construção Civil da empresa Mota-Engil Engenharia. Coordenador do Grupo de Trabalho BIM da PTPC e membro da CT 197-BIM.	20NOV2019
E	Arq. Décio Ferreira	BIM and Design System Coordinator na empresa Foster + Partners: Architectural Design and Engineering.	17NOV2019
F	Eng. ^a Marine Dissler	Technical Project Manager na empresa ANA - Aeroportos de Portugal, S.A.	12NOV2019
G	Eng. Ricardo Carvalho	BIM Manager na empresa Quadrante – Engenharia e Consultoria.	13NOV2019



Quadro 6 - Guião de entrevista para especialistas em BIM

Indicadores	Pergunta	A	B	C	D	E	F	G
Atributos	1 - Como define a metodologia <i>Building Information Modeling</i> (BIM)?	X	X	X	X	X	X	X
Objetivos	2 - Quais os objetivos da aplicação de BIM no setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC)?	X	X	X		X		
Interoperabilidade	3 - Qual a importância do conceito de interoperabilidade na metodologia BIM?	X	X	X		X		
Atributos	4 - Quais as respostas de BIM na gestão da informação entre os vários intervenientes da AEC?	X	X	X		X		
Modelação	5 - A modelação paramétrica orientada por objetos dos vários componentes de um edifício permite integrar a informação relativa à fase de construção (constituição, dimensões, data de execução/instalação, designação da entidade executante/instaladora, entre outras)? De que modo?	X	X	X	X	X	X	X
Métodos	6 - Como se processa a transferência do modelo BIM, gerado na fase de projeto e enriquecido na fase de construção, para as entidades responsáveis pela manutenção?	X	X	X	X	X	X	X
Planos de manutenção preventiva	7 - Os planos de manutenção para um edifício são criados na fase de projeto, na fase de construção ou na fase de manutenção?				X		X	X
Instrumentos	8 - Quais os instrumentos que a metodologia BIM disponibiliza para a gestão da manutenção (GM) dos edifícios?	X	X	X	X	X	X	X
Efeitos	9 - De que modo a metodologia BIM afeta os processos de GM dos edifícios?	X	X	X	X	X	X	X
Vantagens	10 - Quais as vantagens que a metodologia BIM aporta para a GM dos edifícios?	X	X	X	X	X	X	X
Atributos	11 - A metodologia BIM promove a tomada sustentada de decisões na GM? De que modo?	X	X	X	X	X	X	X
Aplicações	12 - A sua empresa utiliza BIM na GM de edifícios?				X		X	X
	13 - No caso afirmativo à pergunta anterior, pode indicar exemplos dessa utilização em Portugal e no Mundo?				X		X	X



Apêndice H - Entrevistas a militares da FA

Quadro 7 - Lista de militares FA

Entrevistados	Nome	Função	Data
A	MGEN/ENGAED Joaquim Veloso	Diretor do DEPG do IUM / Ex-Diretor da DI	05NOV2019
B	BGEN/ENGEL Armando Barros	Diretor da DI	04NOV2019
C	COR/ENGAED António Marcos	Subdiretor da DI	31OUT2019
D	COR/TMI Adelino Alves	Chefe do Gabinete da Revisão de Projeto, Ambiente e Uniformização	27NOV2019
E	COR/TMI Emídio Mendes	Chefe da Repartição de Património da DI	31DEZ2019
F	TCOR/ENGAED Rui Mendes	Chefe da Repartição de Obras da DI	05DEZ2019
G	MAJ/ENGAED João Cardoso	Chefe do Gabinete de Apoio, Planeamento e Controlo da DI	21DEZ2019
H	MAJ/ENGAED Emanuel Dias	Chefe da Repartição de Avaliação, Programação, Métodos de Informação e Pessoal da DI / Formação em BIM	03JAN2020
I	CAP/ENGAED Carlos Ruivo	Eng. Projetista na Sub-Repartição de Pavimentos Aeronáuticos da DI / Formação em BIM	04DEZ2019



Quadro 8 - Guião de entrevista para militares FA

Indicadores	Pergunta	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Instrumentos	1 - Que instrumentos existem, na Força Aérea, para a gestão da manutenção (GM) dos edifícios?	X	X	X	X	X	X	X	X	
Métodos	2 - Como se processa a GM dos edifícios da Força Aérea (FA)? A informação relativa às intervenções realizadas nos edifícios é registada centralmente? Qual o órgão responsável?	X	X	X	X	X	X	X	X	
Modelação	3 - Considera relevante a substituição dos moldes atuais da compilação técnica de um edifício da FA, por um modelo tridimensional informatizado (gerado na fase de projeto e enriquecido na fase de construção) com a informação necessária à fase de manutenção? Porquê?	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Planos de manutenção preventiva	4 - Considera relevante que, selecionando um determinado componente de um edifício no modelo tridimensional, seja disponibilizado o respetivo plano de manutenção preventiva, com ações e periodicidades? Porquê?	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Visualização da informação	5 - Considera relevante que a informação relativa aos componentes da construção (constituição, dimensões, referência, data de execução, entre outra) seja disponibilizada, selecionando o objeto paramétrico no modelo tridimensional? Porquê?	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Registo da informação	6 - Considera relevante que as ações de manutenção preventiva e corretiva fiquem informaticamente registadas e ligadas ao componente intervencionado, através de fichas de inspeção, diagnóstico e reparação?	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Integração da informação	7 - Existem benefícios na integração da informação relativa à manutenção de um edifício, num modelo tridimensional informatizado? Quais?	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Efeitos	8 - De que modo a metodologia BIM poderá afetar os processos da GM dos edifícios da FA?	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vantagens	9 - Quais as vantagens que a metodologia BIM acarreta para a GM dos edifícios da FA?	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Despacho n.º 67/2008	10 - Considera que a implementação de BIM na GM dos edifícios da FA contribui para o cumprimento do determinado no ponto 1 do Despacho n.º 67/2008, de 27 de outubro, do CEMFA? Em caso afirmativo, porquê?	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Recetividade escalão superior	11 - Considera que os decisores militares da FA estão recetivos à implementação de BIM na GM dos edifícios?	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Recetividade dos técnicos	12 - Com base na sua experiência em anteriores mudanças de métodos de trabalho, considera que os técnicos da FA estão recetivos à implementação de BIM na GM dos edifícios? Quais os principais desafios a ultrapassar?	X	X	X	X	X	X	X	X	X
U/E/O	13 - Em que órgãos ou serviços da FA considera que a metodologia BIM para GM dos edifícios deve ser implementada?	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Apêndice I – Custos do projeto-piloto para implementação de BIM na elaboração e gestão de projetos da DI

De acordo com DI (2019), o referido projeto-piloto traduz-se em:

- *Hardware*: 12 postos de trabalho (computador + sistema operativo + monitor);
- *Formação*: 22 elementos;
- *Software*: 5 licenças *multiuser* “AEC Collection” da Autodesk.

Quadro 9 - Custos de implementação do projeto-piloto

	Ano 2019			Ano 2020	Ano 2021
	Hardware [n.º máquinas]	Formação [n.º formandos]	Software [n.º de licenças]	Software [n.º de licenças]	Software [n.º de licenças]
Direção + Gabinete de Apoio, Planeamento e Controlo	2	2			
Repartição de Projetos	10	12	5	5	5
Repartição de Obras		6			
Repartição de Património		1			
Repartição de Engenharia de Aeródromos		1			
Valor total (c/ IVA)	20.664,00€	9.000,00€	22.758,00€	23.895,90€	25.090,00€
Total = 52.422,00€					

Fonte: Adaptado a partir de DI (2019, p. 6).

- Os custos relativos aos anos 2020 e 2021 refletem uma eventual atualização de 5% no valor das licenças.
- Os custos foram calculados para um projeto-piloto de três anos. A sua continuidade para além do ano 2021 carece de uma avaliação de resultados.



Apêndice J – Instrumentos e sistemas de informação

SIINFRAS – Sistema de Informação de Infraestruturas da Força Aérea: este sistema iniciou-se em 2003 e consiste numa base de dados, interligada com um sistema de informação geográfica e um repositório de documentos digitais, que permite a consulta, de informação gráfica, alfanumérica e documentação técnica sobre as infraestruturas da FA, no sentido de apoiar a sua gestão, manutenção e conservação (DI, 2015).

Despacho n.º 67/2008 do CEMFA – Programa de Obras nas U/E/O da Força Aérea: este documento enquadra o planeamento e a programação da execução e da manutenção de infraestruturas, impõe a repartição das responsabilidades, nesta matéria, entre as U/E/O e o CLAFA/DI e estabelece o procedimento para a elaboração, submissão e aprovação dos Programas de Obras anuais (CEMFA, 2008).

Inquéritos 2012 – Caracterização das Infraestruturas da Força Aérea: com este instrumento, a DI, pretende recolher, da parte das U/E/O da FA, um *feedback* relativo às infraestruturas que lhes estão atribuídas e, deste modo, caraterizar o estado de conservação, funcionalidade, condições de higiene e habitabilidade do edificado e assegurar maior fiabilidade do conteúdo das bases de dados, em particular o SIINFRAS (DI, 2012).

Diretiva dDI n.º 1/2013 – Inventariação das Intervenções em Infraestruturas: este documento tem como objetivos, entre outros, contribuir para o desenvolvimento da capacidade de gestão do património em uso pela FA, melhorar a recolha, tratamento e análise dos dados referentes às infraestruturas e assegurar a coerência da informação contida nas bases de dados SIINFRAS, utilizando o BIIE como instrumento de execução (DI, 2013).

MIE – Módulo de Infraestruturas e Equipamentos: este módulo, integrado na plataforma PLUS, encontra-se em operação desde 2019 e constitui a evolução do SIINFRAS, em que se pretende otimizar as funcionalidades existentes de Inventário & Cadastro, Servidões e Arquivo Digital e incorporar novas componentes como, Manutenção Base e Gestão de Infraestruturas e Equipamentos (DI, 2019).



Apêndice K – Glossário

Cadastro - conjunto dos dados que caracterizam e identificam os prédios existentes em território nacional (Direção-Geral do Território, 2018).

Ciclo de vida - intervalo de tempo que se inicia com a concepção e termina com a sua eliminação (NP EN 13306, 2007).

Cultura organizacional - programa coletivo de pensamento que distingue os membros de uma Organização de outra (Hofstede, Hofstede, & Minkov, 2010, p. 520, cit. por Lopes, F., 2019, Apd C-1).

Desempenho - comportamento de uma edificação e dos seus sistemas, ao longo da sua vida útil (Bordalo, Brito, Gaspar & Silva, 2010, p. 60) e (ASBEA, 2017, p. 46).

Dono de obra - pessoa singular ou colectiva por conta de quem a obra é realizada, ou o concessionário relativamente a obra executada com base em contrato de concessão de obra pública (Decreto-Lei n.º 273/2003, 2003).

Edifício - toda e qualquer edificação destinada à utilização humana que disponha, na totalidade ou em parte, de um espaço interior utilizável (Decreto-Lei n.º 220/2008, 2008).

Ferramenta - aplicação, normalmente independente, com finalidade bem definida que produz um resultado específico, que é também independente (Azenha, Lino & Caires, 2018c, p. 3).

Implementação - Todas as atividades organizacionais relacionadas com a adoção, gestão e rotinização de uma inovação, tal como um novo sistema de informação (Laudon & Laudon, 2016, p. 642, cit. por Lopes, F., 2019, Apd C-2).

Informação - dados que foram transformados numa forma que tem significado e utilidade (Laudon & Laudon, 2016, p. 642, cit. por Lopes, F., 2019, Apd C-2).

Infraestrutura - todos os edifícios e instalações permanentes necessários ao apoio de forças militares como, por exemplo, Quartéis e Bases Aéreas (Veloso, 2012, p. A-1).

Interoperabilidade - capacidade de as ferramentas BIM, de vários fornecedores, trocar e operar informação modelada. A interoperabilidade é um importante requisito para o trabalho colaborativo e transferência de dados entre diferentes plataformas BIM (Eastman, Teicholz, Sacks & Liston, 2011, p. 588).



Manutenção corretiva - manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria e destinada a repor um bem num estado em que pode realizar uma função requerida (NP EN 13306, 2007).

Manutenção preventiva - manutenção efetuada a intervalos de tempo pré-determinados, ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem (NP EN 13306, 2007).

Nível de condição global - definido numa escala de 0 a 4, permite traduzir a degradação geral dos componentes da construção (Ramos, 2016, p. 62).

Normalização - é a atividade que, de forma organizada, viabiliza a elaboração de normas que são documentos de carácter voluntário que definem requisitos técnicos de produtos, métodos de ensaio e processos de produção (Instituto Português da Qualidade, 2020).

Objeto paramétrico - forma de modelação paramétrica, na qual um único objeto pode ser criado ou editado através de seus parâmetros. (Eastman, Teicholz, Sacks & Liston, 2011, p. 589)

Plano de manutenção - conjunto estruturado de tarefas que compreendem as atividades, os procedimentos, os recursos e a duração necessária para executar a manutenção (NP EN 13306, 2007).

Plataforma - aplicação que gera informação para usos múltiplos e que permite a criação e edição da informação necessária ao modelo BIM, contendo a definição de classes e relações paramétricas (Azenha, Lino & Caires, 2018c, p. 4).

Severidade da degradação normalizada - é um índice numérico que permite fornecer uma estimativa da degradação global dos componentes da construção através dos dados recolhidos em campo (Bordalo, Brito, Gaspar & Silva, 2010, p. 59). Este índice é obtido a partir da razão entre a extensão da degradação ponderada e o valor máximo da extensão de degradação ponderada (Ramos, 2016, p. 60).

Vida útil - intervalo de tempo, que sob determinadas condições, começa num dado instante e termina quando a taxa de avarias se torna inaceitável ou quando o bem é considerado irreparável na sequência de uma avaria ou por outras razões pertinentes (NP EN 13306, 2007).